

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматики та управління в технічних системах

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Олександр
РОЛІК

« ____ » _____ 2020р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «»
спеціальність «Системна інженерія»
на тему: «Автоматизація виробництва анізотропної сталі»

Виконав:

студент IV курсу, групи ІА-371в

Озадовський Леонід Анатолійович

Керівник:

Старший викладач

Шимкович В. М.

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	IAз71в.010БАК.00х ПЗ	Пояснювальна записка	-	
3	A3		Додаток А.	1	
4	A3		Додаток Б.	1	
5	A3		Додаток В.	1	
6	A3		Додаток Г.	1	

					IAз71в.010БАК.00х ПЗ		
	Піс	Прізвище	Підпис				
Розробив	Озадівський			Відомість дипломного проєкту	Літ.	Лист	Листів
Перевір.	Шимкович В.М.					4	118
Реценз.					НТУУ «КПІ», ФІОТ група IA-з71в		
Н. контр.							
Затверд.							

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматики та управління в технічних системах
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність «Системна інженерія»
Освітньо-професійна програма «»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Озадовському Леоніду Анатолійовичу

1. Тема проєкту «Автоматизація виробництва анізотропної сталі», керівник проєкту Шимкович Володимир Миколайович, старший викладач, затверджені наказом по університету від «» 2020р. №

2. Термін подання студентом проєкту: 23.12.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту: технологічний процес виробництва анізотропної сталі.

4. Зміст пояснювальної записки: огляд існуючих рішень, вимоги до пристрою, аналіз предметної області, розробка системи автоматизації, висновки до роботи.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо:

6. Дата видачі завдання « 01 » жовтня 2020р. _____

Календарний план

з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Приміт- ка
	Ознайомлення з завданням		
	Аналіз предметної області		
	Огляд існуючих рішень		
	Формування вимог до системи		
	Проектування системи		
	Розробка системи		
	Оформлення документації		
	Здача дипломного проєкту	Дата здачі	

Студент
Керівник

Леонід ОЗАДОВСЬКИЙ
Володимир ШИМКОВИЧ

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт виконаний на 102 сторінках і містить 26 ілюстрацій, 4 додатки. При розробці використано інформацію з 10 джерел.

В основній частині дипломного проєкту розглянута автоматизація системи управління технологічним процесом високотемпературного відпалу анізотропної сталі в печах опору типу СГВ (СГН) ВТС. У проєкті описана технологія виробництва електротехнічної анізотропної сталі, розглянута технологія відпалу в печах опору, вказані достоїнства і недоліки існуючої системи управління даними технологічним процесом.

У проєкті пропонується досконала на сьогоднішній день АСУ техпроцесом відпалу, що забезпечує найбільшу надійність, гнучкість і універсальність управління технологічним процесом і високу ступінь безпеки в роботі. Основними перевагами пропонованої АСУ є одержуваний економічний ефект від збільшення обсягів випуску вищих марок електротехнічних сталей і великі міжремонтні інтервали.

Ключові слова: контролер, система автоматизації, технологічний процес.

ANOTATION

The diploma project is made on 102 pages and contains 26 illustrations, 4 appendices. Information from 10 sources was used in the development.

In the main part of the diploma project the automation of the control system of the technological process of high-temperature annealing of anisotropic steel in resistance furnaces of type SGV (SGN) VTS is considered. The project describes the technology of production of electrical anisotropic steel, considers the technology of annealing in resistance furnaces, the advantages and disadvantages of the existing control system of this process.

The project offers a currently perfect ACS annealing process, which provides the greatest reliability, flexibility and versatility of process control and a high degree of safety. The main advantages of the proposed ACS are the economic effect obtained by increasing the production of higher grades of electrical steels and large intervals between repairs.

Key words: controller, automation system, technological process.

					ІА371В.010БАК.00х ПЗ	Автори
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Автоматизація виробництва анізотро-
пної сталі»**

Київ – 2020 року

ВСТУП.....	7
1. Спеціальна частина. Опис об'єкта автоматизації.....	10
2. Обґрунтування необхідної автоматизації об'єкта.....	20
3. Розробка АСУ СОР	26
3.1. Цілі і критерії ефективності створення САУ	26
3.2. Вимоги, що пред'являються до технічного забезпечення	28
обчислювальної системи	28
3.3. Вимоги, що пред'являються до програмного забезпечення	28
обчислювальної системи	28
3.4. Вимоги до інформаційного забезпечення	29
3.5. Вимоги до організаційного забезпечення.....	30
4. Розробка загальної концепції і алгоритмів роботи обчислювальної системи	31
4.1. Загальні принципи роботи обчислювальної системи	31
4.2. Опис функцій, що автоматизуються і комплексу розв'язуваних завдань	38
5. Розробка механізму функціонування окремого блоку	51
5.1. Розрахунок регулюючого органу.....	51
5.2. Вибір виконавчого механізму	61
6. Розробка технічного забезпечення обчислювальної системи.....	63
6.1. Вибір обчислювального комплексу і опис його архітектури..	63
6.2. Вибір контролера	65
6.3. Вибір апаратних засобів локальних мереж	82
і протоколів їх взаємодії.....	82

7. Розробка програмного забезпечення обчислювальної системи.....	85
7.1. Вибір операційної системи.....	85
7.2. Вибір програмного забезпечення контролерів.....	86
7.3. Структура взаємодії програмних модулів	95
7.4. Основные руководящие документы	100
7.5. Керівництво оператора контролерів	103
ВИСНОВКИ	112
Список використаної літератури	114

ВСТУП

Розвиток сучасного металургійного виробництва супроводжується інтенсифікацією технологічних і виробничих процесів. Створення великих металургійних агрегатів і їх комплексів дозволяє більш ефективно використовувати сировину, паливо, капіталовкладення. Однак здійснювати управління інтенсифікованими металургійними процесами в великих і складних технологічних об'єктах (ТО) без використання новітніх методів і засобів управління неефективно або взагалі неможливо.

Найбільш ефективним засобом управління ТО є системи централізованого управління, створювані на основі теорії управління, які використовують економіко-математичні методи, обчислювальну і керуючу техніку. Такі системи управління отримали найменування автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП). У ці системи включена велика область систем управління ТО з різним ступенем звільнення людини (оператора) від функцій контролю, управління і передачі їх автоматичним засобам.

У процесі розвитку і технічного переозброєння чорної металургії здійснюється комплексна механізація і автоматизація всіх виробничих процесів і операцій, створюються повністю автоматизовані металургійні виробництва, "безлюдні" технології. АСУ ТП являють собою якісно новий щабель розвитку засобів і методів управління ТО, так як в них використовуються технологічні і техніко-економічні параметри і критерії, а не тільки технічні (фізичні), як це мало місце раніше. В АСУ ТП втілені досягнення локальної автоматики, систем централізованого контролю, електронної та обчислювальної техніки. Крім того, АСУ ТП проводять загальну централізовану обробку первинної інформації в темпі протікання технологічного процесу, після чого інформація викорис-

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Арк.Ш
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

товується не тільки для управління цим процесом, а й перетворюється на форму, придатну для використання на вищих рівнях управління для рішення оперативних і організаційно -економічних завдань. Таким чином, АСУ ТП є також джерелом об'єктивної і своєчасної інформації для АСУ вищих рівнів, як на металургійному підприємстві, так і в галузі в цілому.

Сучасний металургійний агрегат являє собою сукупність технологічного обладнання та засобів управління, що утворюють автоматизований технологічний комплекс. Автоматизоване технологічне обладнання і сам технологічний процес є технологічним об'єктом управління (ОУ). Сукупність засобів управління у складі автоматизованого технологічного комплексу утворює систему управління АСУ ТП. Отже, АСУ ТП є система, що реалізується на базі обчислювальної і керуючої техніки, що забезпечує управління ОУ за технологічними і техніко-економічними критеріями на основі централізовано обробленої інформації, яка готує інформацію для вирішення організаційно-економічних завдань на вищих щаблях управління. Сучасне сталепрокатне виробництво являє собою сукупність енергоємних і високопродуктивних агрегатів, автоматизація та оптимізація режимів роботи яких дозволяють не тільки істотно поліпшити умови праці технологічного персоналу, знизити психологічну і фізичну навантаження на нього, а й значно підвищити продуктивність обладнання і якість листового прокату. В даний час для управління виробництвом застосовуються багатомашинні системи, які вирішують комплекси завдань з управління виробництвом (планування та контроль оптимального завантаження всього цеху, діляниць, окремих його агрегатів, супровід продукції, збір і зберігання виробничо-економічної інформації, складання і видача протоколів і т.п.) і технологічним процесом (розрахунок оптимальних технологічних режимів, їх відпрацювання,

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	АркVШ
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулювання технологічних параметрів в процесі роботи, діагностика стану обладнання і т.п.).

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Аркулш
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

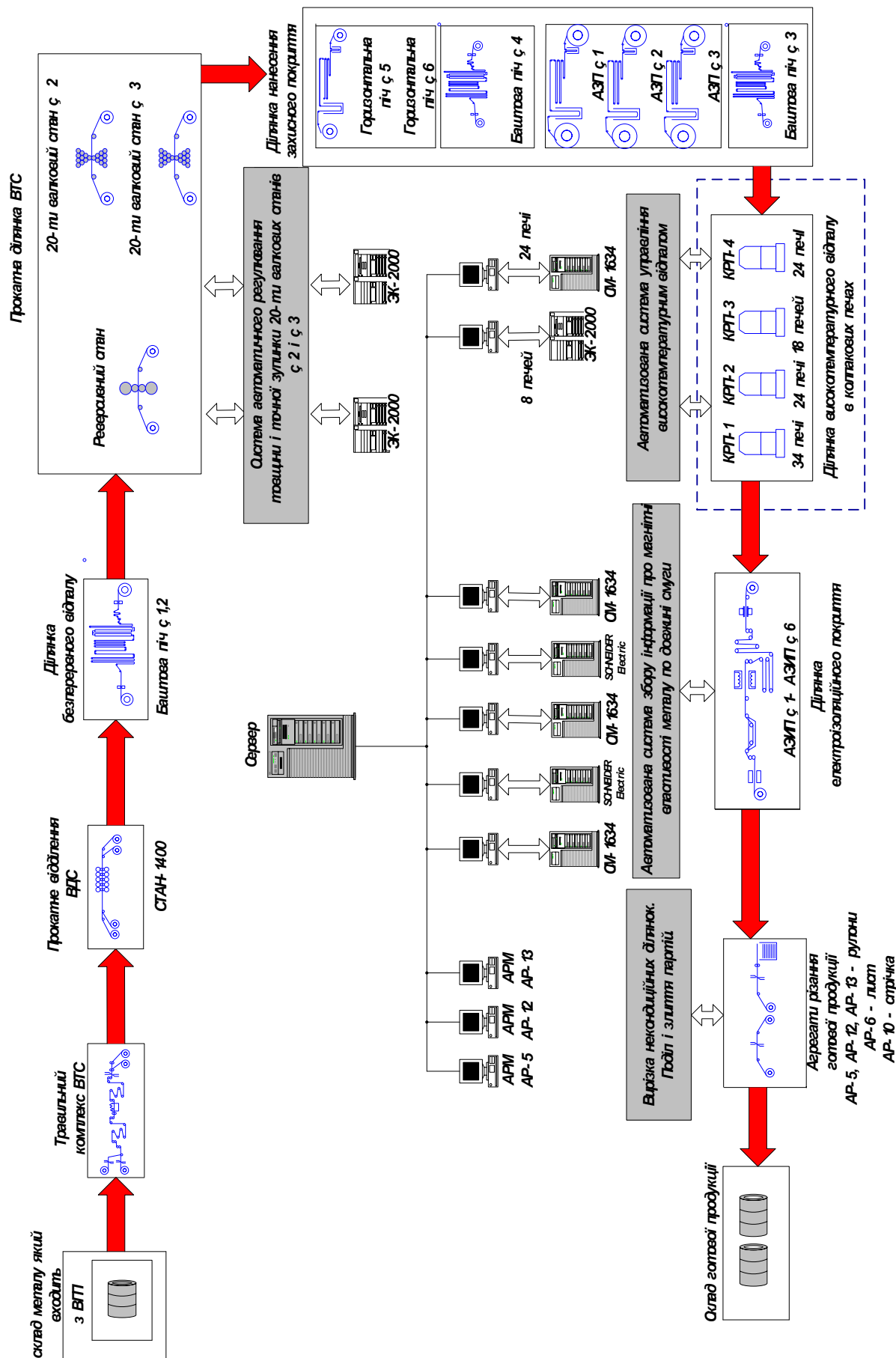
Виробництво трансформаторної сталі (ВТС) спеціалізоване на випуску прокату електротехнічної анізотропної сталі з електроізоляційним покриттям [1]. Технологічна схема обробки металу на виробництві приведена на рис. 1.

Розглянемо коротко технологічний процес в межах відділень виробництва. Гарячекатаний прокат який надходить з виробництва гарячого прокату (ВГП) складається на складі вхідного металу. Далі метал надходить в травильний комплекс ВТС на лінію травлення для очищення поверхні смуги від іржі і сторонніх забруднень. Потім очищені рулони поступають на чотирьох клітьовий стан холодної прокатки ВТС з шириною робочого валка 1400 мм, де метал прокочується згідно програми прокатки до товщини 0,75 - 0,8 мм.

Прокатані рулони надходять на термічні агрегати ПТС для непереривного без вуглецевого відпалу смуги, потім на другу холодну прокатку. Прокатку проводять на реверсивному стані 1200 с шириною робочого валка 1200 мм і 20-ти валкових станах №№ 2, 3, з критичними обтисканнями металу до отримання кінцевої товщини 0,17 0,27, 0,3, 0,35, 0,5 мм.

Прокатані рулони надходять на ділянку нанесення захисного покриття для знежирення, випрямляючого відпалу і нанесення термостійкого покриття перед високотемпературним відпалом (ВТВ). ВТВ проводиться в колпакових печах в нейтральній атмосфері при температурі 1150 °С і служить для відновлення структури кристалічної решітки і додання металу феромагнітних властивостей. Відпалені рулони надходять на агрегати електроізоляційного покриття (АЕІП) для остаточної обробки поверхні листа.

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	АркVШ
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Готові рулони надходять на агрегати різання для механічної обробки і потім на склад готової продукції.

Проект присвячений автоматизації ділянки високотемпературного відпалу, тому розглянемо докладніше технологічний процес на цій ділянці. Для відпалу електротехнічної сталі в ПТС використовуються електричні печі типу СГВ-16.20 і СГН-16.25 (С - піч опору, Г - герметичне колпакове виконання, В - використовуване середовище вакуум, Н - використовуване середовище водень, 16.20, 16.25 діаметр і висота робочого простору печі в дециметрах). Технічні та експлуатаційні характеристики печі приведені в табл. 1 [2]. Загальний вигляд колпакової печі показаний на рис. 2.

Таблиця 1. Технічні і експлуатаційні характеристики печі СГВ (СГН)

Найменування	Одиниці виміру	Кількість
Встановлена потужність нагрівачів	кВт	650
Перша зона		150
Друга зона		250
Третя зона		250
Номінальна температура	°С	1150
Час циклу відпалу	година	180÷195
Номінальна напруга мережі живлення	В	380
Розміри робочого простору:	мм	діаметр 1600
висота		2000 (2500)
довжина		4880
Маса одного рулону	т	7,2 (7,8)
Кількість рулонів	шт.	6

Продовження табл. 1.1

Розміри рулонів: діаметр зовнішній діаметр внутрішній висота		1300
	мм	500
		1040
Кількість стоп	шт.	3
Продуктивність, не більше	т/год	0,2
Витрата охолоджуючої води	м³/год	5
Питома витрата електроенергії	(кВт·год)/т	857
Витрата газу: водень, не більше азот, не більше	м³/год	60
		60
Повний середній ресурс нагрівачів	год	3000
Повний середній термін служби електропечі	років	6

Піч СГВ (СГН) дозволяє працювати як під вакуумом, так і під тиском з азотно - водневої атмосферою. За технологією, яка використовується в ВТС, відпал на печах ВТВ проводиться в атмосфері електролітичного водню з попередньою перевіркою на герметичність вакуумуванням.

Печі, як об'єкти автоматизації, складаються з елементів:

- нагрівальний ковпак;
- нагрівальний стенд;
- вакуумна система;
- газова система;
- апаратура КВП і А.

Нагрівальний ковпак складається з каркаса, футерування та нагрівачів. Каркас виконаний з листового сортового прокату. Кожух ковпака виконується

зварним, що забезпечує його газощільність. Футеровка ковпака виконана з корундового легковісу марок КЛ-3, КЛ-4, КЛ-6, КЛ-7.

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Аркулш
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

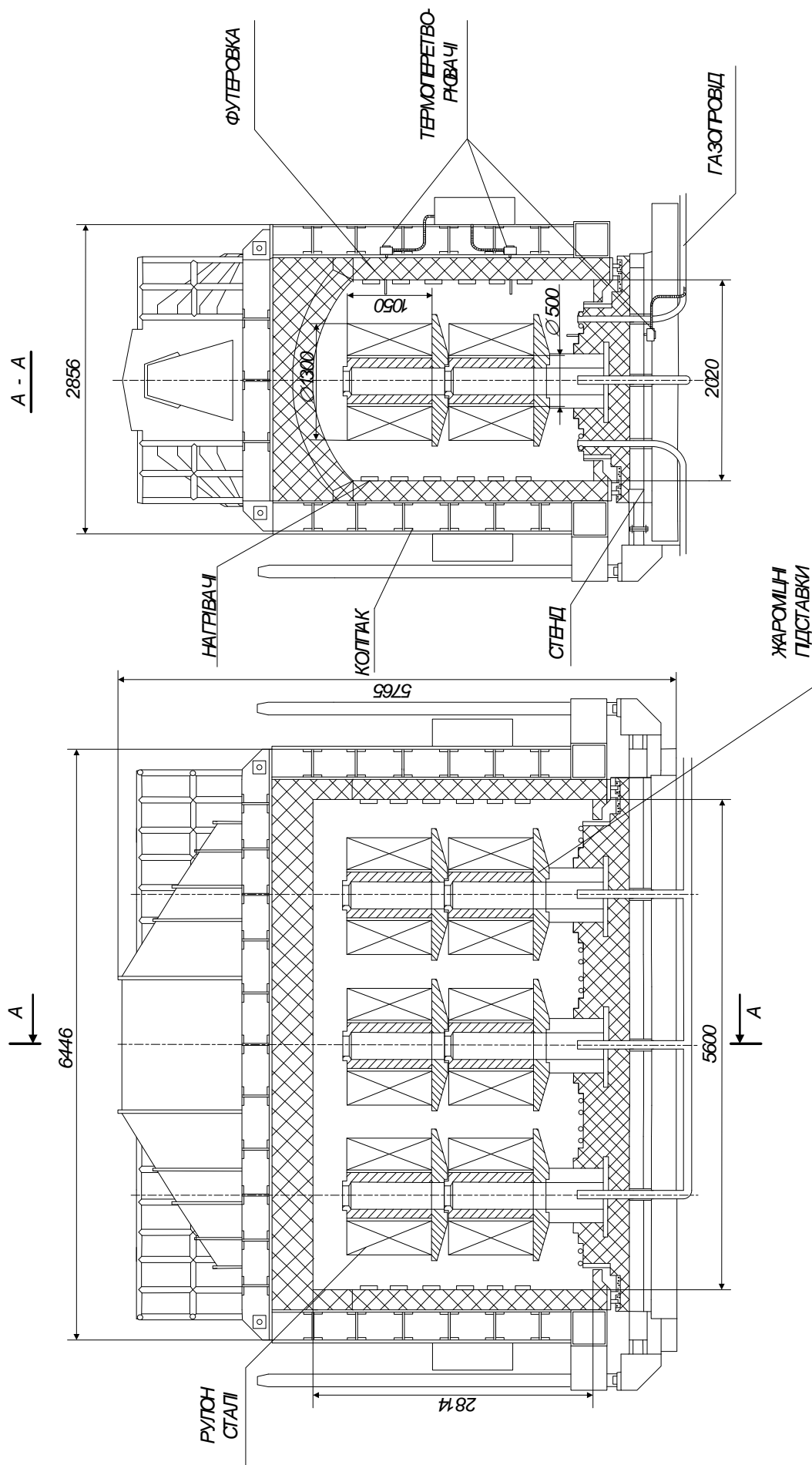


Рис. 2 Колпакова піч СГВ-16.20

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ІА371В.010БАК.00х ПЗ

Арк. 15

Нижня частина каркаса закінчується "ножем", за допомогою якого ковпак спирається на гумове ущільнення стенду. Ущільнення електричних висновків, склепіння ковпака і сорочок термопар виробляються муллітокремнеземістим рулонним матеріалом.

Нагрівачі ковпака і стенду виконані зі сплаву високого омичного опору марки Х23Ю5Т діаметром 10 мм і навішуються за допомогою штирів. Ковпак обладнаний другою та третьою електричними зонами, схеми з'єднання нагрівачів - "трикутник". Напруга на ковпак подається через роз'ємні контактні з'єднання. Рухливі контакти встановлюються на ковпаку, нерухомі - на стенді.

Стендова каркас виконаний з листового сортового прокату. По периметру каркаса розташовується водоохолоджувальний жолоб, в який вкладається гумова прокладка для герметичного ущільнення роз'єму між ковпаком і стендом. Для ущільнення робочого простору передбачений подвійний пісочний затвор. Футеровка стенду виконана з легкого корунду марки КЛ-1,3 і має три опори з жароміцної сталі. На ці опори встановлюються в два яруси шість рулонів трансформаторної сталі для високотемпературного віджигу. З метою надання посадки ковпака на стенді є дві напрямні стійки. Стенд обладнаний першою електричною зоною, схема з'єднання нагрівачів - "зірка".

Вакуумна система складається з вакуумних насосів, вакуумних вентилів, трубопроводів. Включення вакуумних насосів здійснюється за допомогою кнопочних постів, розташованих біля насосів. Контроль за величиною вакууму в печі і перевірка герметичності здійснюється за показаннями вакуумметрів або мановакуумметрів.

Газова система включає в себе панель підведення і систему відводу водню і азоту. На панелі розміщені вентиля, датчики і виконавчі механізми регуля-

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	АркVШ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

торів тиску і витрати газів. Управління газовою системою включає в себе регулювання в подколпаковому просторі електропечі витрати і тиску захисної атмосфери, компонентами якої є по-водень і азот.

Апаратура КВП і А являє собою вимірювальні перетворювачі витрат газів і тиску, приєднані за допомогою імпульсних трубок до звужуючих пристроїв, розташованим на трубопроводах водню і азоту.

Технологічний процес відпалу на ділянці С ВТВ ОТ наступний. Після нанесення термостійкого покриття на агрегатах покриття, рулони надходять в термічне відділення, де упаковуються на підготовлену до роботи колпакову піч.

Упаковка рулонів на стенди печей СГВ (СГН) проводиться в два яруси. Спочатку на жароміцних підставку з хромонікелевої жароміцної сталі встановлюють плоске кільце з вуглецевої сталі товщиною 40 мм. На кільце насипається рівномірний шар меленого тальку. На шар тальку укладаються два півкільця, виготовлені з трансформаторної сталі, що пройшла високотемпературний відпал. Потім ставиться рулон. Рулони верхнього ряду встановлюють аналогічно.

У ВТС застосовуються два температурні режими відпалу [3, 4]:

- Режим №1 для сталі товщиною 0,27 мм:

- нагрів з довільною швидкістю до 400 °С;
- нагрів зі швидкістю не більше 25 °С в годину від 400 °С до 600 °С;
- витримка 10 годин при 600 °С;
- нагрів зі швидкістю не більше 25 °С в годину від 600 °С до 950 °С;
- нагрів зі швидкістю 25 °С о 2 годині від 950 °С до 1150 °С;
- витримка 30 годин при температурі 1150 °С;
- охолодження під ковпаком з довільною швидкістю до температури 220

°С по зоні, що відстає.

- Режим №2 для сталі товщиною 0,30 мм, 0,35 мм, 0,50 мм:

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Арк.УШ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- нагрів з довільною швидкістю до 400 °С;
- нагрів зі швидкістю не більше 25 °С в годину від 400 °С до 600 °С;
- витримка 10 годин при 600 °С;
- нагрів зі швидкістю не більше 25 °С в годину від 600 °С до 850 °С;
- нагрів зі швидкістю 25 °С о 2 годині від 850 °С до 1000 °С;
- нагрів з довільною швидкістю від 1000 °С до 1150 °С;
- витримка 30 годин при температурі 1150 °С;
- охолодження під ковпаком з довільною швидкістю до температури 220 °С для металу товщиною 0,30 мм і 150 °С для металу товщиною 0,35 мм і 0,50 мм по зоні, що відстає.

Перед пуском піч продувається азотом. Потім включаються нагрівачі і проводиться високотемпературний відпал до температури 1150 °С. При температурі 400 °С в піч здійснюється подача водню. У процесі відпалу при нагріванні до 1000 °С склад атмосфери підтримується згідно табл. 2, а витрати атмосфери - в межах 30÷50 м3 / год. При нагріванні від 1000 °С до 1150 °С і витримці при даній температурі проводиться плавний перехід на 100% по-водень і зменшення сумарної витрати атмосфери до 20÷30 м3 / год. Охолодження також проводиться в атмосфері водню. При даних режимах надлишковий тиск атмосфери в печі, який повинен складати не менше 100 Па, задається автоматично прикриттям вихідний заслінки, або вручну прикриттям головної свічки.

Таблиця 2.

Склад робочої атмосфери при відпалі.

Товщина металу, мм	Вміст водню, %	Вміст азоту, %
0,27	40 – 60	60 – 40
0,30	60 -80	40 – 20

0,35÷0,5	100	-
----------	-----	---

Після охолодження, з печі мостовим краном знімають ковпак і рулони. Відпалений метал складається на склад для подальшого охолодження і передачі на наступний переділ.

Ділянка ВТВ ВТС включає 76 печей типу СГВ-16.20 і 24 печі типу ШГН-16.25. Всі печі по зонам обслуговування розподілені на чотири ділянки. Керуюча апаратура тепловим і газовим режимами печей змонтована на теплових щитах і пультах, розташованих в контрольно-розподільних постах (КРП). Кількість печей по кожному КРП наступна:

- КРП-1 - 34 печі типу СГВ-16.20;
- КРП-2 - 24 печі типу СГВ-16.20;
- КРП-3 - 18 печей типу СГВ-16.20;
- КРП-4 - 24 печі типу ШГН-16.25.

2. ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБ'ЄКТА

Процес створення автоматизованої системи управління (АСУ) являє собою сукупність упорядкованих у часі, взаємопов'язаних, об'єднаних в стадії і етапи робіт, виконання яких необхідне і достатнє для створення АСУ, що відповідає заданим вимогам [2]. Технічне обстеження об'єкта та обґрунтування необхідності його автоматизації є першим етапом створення АСУ. На даному етапі необхідно провести збір даних про об'єкт автоматизації і здійснюваних ним видах діяльності, оцінку якості функціонування об'єкта, виявлення проблем, вирішення яких можливе засобами автоматизації і техніко-економічну оцінку доцільності створення АСУ.

У технології виробництва анізотропної електротехнічної сталі (АЕС) високотемпературний відпал в колпакових печах є останньою технологічною операцією, що впливає на якість готової сталі, як в частині магнітних властивостей, так і в частині досягнення необхідної якості поверхні.

В даний час основний обсяг АЕС ввідпалюється в колпакових печах типу СГВ (СГН) в атмосфері сухого електролітичного водню, а також водню, одержуваного методом риформінгу природного газу. Існуюча конструкція газової розводки не дозволяє одночасно подавати в печі азот і водень. Управління відпалом електротехнічної анізотропної сталі в колпакових печах ВТВ проводиться таким чином:

- 68 печей управляються локальними системами управління, які введені в експлуатацію в 1979 р. Прилади багатоканального регулювання КС-4 з дискретними виходами на релейний блок здійснюють управління температурним режимом. Управління газовим режимом здійснюється в ручному режимі впливом на виконавчі механізми типу МЕО (механізм електричний одно оборотний);

- 24 печі управляються з використанням автоматизованої системи управління, які введені в експлуатацію в 1991 р. Функціями системи управління є управління температурним і газовим режимами згідно заданому графіку відпалу. Система управління реалізована на двох обчислювальних терміналах зв'язку з об'єктом ТВСО СМ-1634 і восьми багатоканальних вимірювальних перетворювачах Ш-711. Аналогові сигнали з термопар і датчиків витрат і тиску надходять в багатоканальний вимірювальний перетворювач Ш711. Оброблені і перетворені сигнали надходять в обчислювальний комплекс ТВСО СМ-1634, який відповідно до програми відпалу здійснює дистанційне керування нагрівачами через проміжні реле і управління газовими заслінками впливом на виконавчі механізми (МЄВ). Візуалізація процесу високотемпературного відпалу здійснюється на екрані дисплеїв і моніторів персональних комп'ютерів, підключених до обчислювальному комплексу ТВСО СМ-1634;

- Автоматизована система управління досвідченого блоку з 8-ми колпаків печей побудована на базі програмованих контролерів ЕК-2000 і введена в експлуатацію в 1996 р. Ця ділянка призначена для проведення експериментальних відпалів, для налагодження нових режимів. Програмовані контролери здійснюють дистанційне керування нагрівачами через проміжні реле. Регулювання газового режиму відпалу здійснюється видачею керуючих впливів на виконавчі механізми (МЄВ), які пов'язані з заслінками типу ЗМС-35 (заслінка малого опору) за допомогою системи тяг. На даному блоці з 8 стендів колпаків печей газова розводка модернізована. Це дозволяє вести відпал зі зміною процентного вмісту водню і азоту і дає позитивні результати щодо виходу вищих марок (3408-3409) і якістю поверхні АЕС.

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Арк.Ш
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Структурна схема існуючої системи управління приведена на рис. 3. Досвід експлуатації цих систем, контролюючих датчиків і виконавчих механізмів дозволив виявити їх численні недоліки:

- використовувані виконавчі механізми типу МЕО з приводом заслінок ЗМС-35 не дозволяють забезпечити плавне регулювання подачі газу в піч, істотними недоліками експлуатації заслінок даного типу є: не щільне закриття газового тракту і заклинювання;

- використовувані в управлінні газовим режимом датчики витрат і тиску "САПФІР-22Д" мають низький рівень вихідного сигналу (0-5 мА), мають дрейф нуля, містять додатковий модуль в складі витратоміра (блок добування кореня) і в результаті, високу похибку;

- прилади КВП і А контролю і обліку температури та витрат газу, кабельно-провідникова арматура експлуатуються понад тридцять років, фізично і морально застаріли;

- технічна недосконалість запірних вентилів з електромагнітним приводом ЕВ-3, які працюють в ланцюгах блокування подачі водню і азоту, не дозволяє гнучко здійснювати управління газовим режимом і не дозволяє забезпечити безпечну роботу водневих печей в аварійних ситуаціях;

- відсутня ручне управління газовим режимом відпалу, що призводить, в разі виходу обчислювального комплексу з ладу, до непрацездатності цього блоку печей на тривалий час;

- використовувані обчислювальні комплекси експлуатуються без резерву модулів центрального процесора, запасні частини відсутні і зняті з виробництва;

- відсутній контроль справності нагрівальних елементів печі, вихід з ладу одного з них в процесі роботи унеможливорює контроль і підтримання заданих технологічних параметрів відпалу;

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Аркулш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

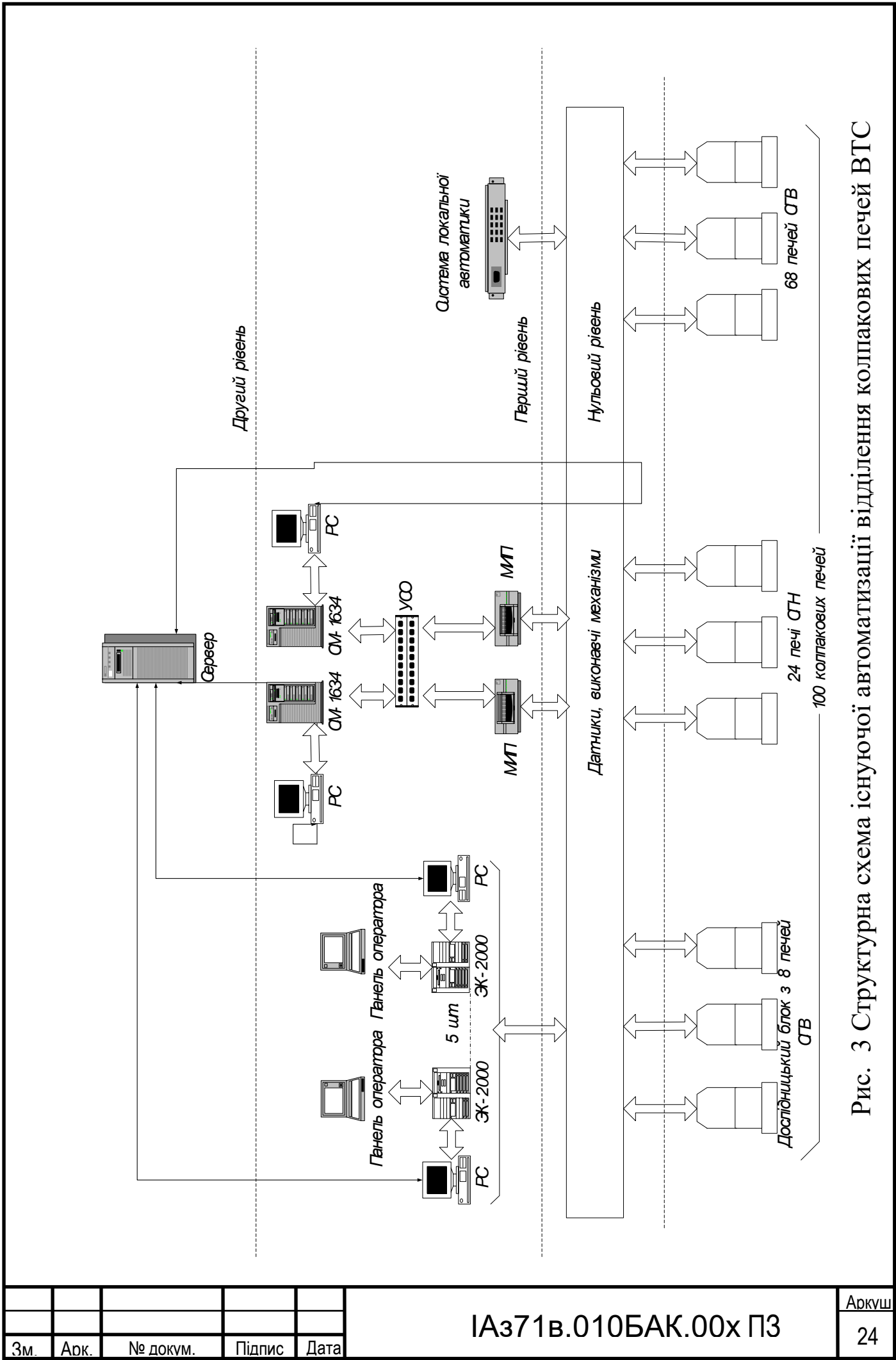


Рис. 3 Структурна схема існуючої автоматизації відділення колпачкових печей ВТС

Перераховані вище недоліки свідчать про те, що заміна тільки однієї локальної системи управління відпалом не дасть необхідного позитивного результату, т.к. 92% колпакових печей потребують заміни системи управління відпалом.

На даний момент стан вимірювальних датчиків, що регулює, запірну апаратуру, кабельно-провідникової продукції вимагає комплексного підходу до заміни системи управління технологічним процесом високо-температурного відпалу і тільки масштабно-інтегрована автоматизована система управління відпалом дозволить забезпечити якісну роботу всіх печей ВТВ і чітко дотримання технології. Це дозволить підвищити вихід вищих марок і використовувати переваги автоматизованого управління відпалом для гнучкості і раціональності проведення технологічного процесу.

					ІА371В.010БАК.00х ПЗ	Аркулш
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА АСУ СОТ

3.1. Цілі і критерії ефективності створення САУ

Для усунення недоліків існуючих систем управління ВТВ необхідне створення нової єдиної автоматизованої системи управління, яка повинна не тільки усунути їх недоліки, але і підвищити ефективність вирішення основних виробничих завдань:

- поліпшення якості продукції, що випускається;
- розширення сортаменту прокату, що випускається;
- зниження витрат матеріальних і енергетичних ресурсів;
- скорочення трудових ресурсів, які обслуговують ВТВ;
- заміна зношеного обладнання;
- оптимізація проведення ремонтів;
- поліпшення інформативності, контролю, управління технологічним процесом ВТВ в колпачкових печах і діагностики працездатності обладнання.

Впровадження автоматизованої системи управління ВТВ переслідує основні технічні цілі та завдання:

- забезпечення можливості гнучкого управління температурним і газовим режимами відпалу;
- забезпечення можливості контролю і управління навантаженнями силових групових трансформаторів харчування печей;
- забезпечення контролю відповідності фактичних параметрів відпалу заданим параметрам;
- забезпечення контролю вибухозахищеності стендів;
- забезпечення можливості корекції за швидкістю температурного і газового режимів;

- забезпечення можливості контролю процесу відпалу з будь-якої робочої станції локальної мережі цеху;;
- забезпечення можливості відображення процесу відпалу на екрані монітора і дистанційного контролю;
- забезпечення можливості контролю стану нагрівальних елементів стендів і ковпаків, їх параметрів і режимів роботи;
- забезпечення можливості графічного представлення змін параметрів атмосфери для печей і температури під час відпалу від необхідних.

Основні економічні цілі та завдання впровадження АСУ ВТВ:

- впровадження АСУ ВТВ дозволить відмовитися від використання величезного числа вторинних реєструють і приладів, що показують, процедур їх обслуговування, ремонту та перевірки, скоротити чисельність обслуговується технологічного персоналу і, отже, скоротити час ремонтних інтервалів;
- забезпечення можливості ведення архівів відпалу з можливістю статистичної обробки даних і зберігання інформації по садка в кореляційних цілях для аналізу роботи комплексу та створення гнучких технологічних графіків і планів роботи ВТВ;
- забезпечення можливості представляти повні статистичні данні відпалу з економічної калькуляції (витрата електроенергії, газу, реєстрація технологічних відхилень і порушень тощо) в автоматизовану систему енергообліку ВТС і систему планування випуску продукції дирекції головного інженера;

Реалізація перерахованих цілей і завдань дозволить організувати на високотехнологічному рівні виробництво випускається ВТС прокату і підвищити його конкурентоспроможність на зовнішньому і внутрішньому ринках.

3.2. Вимоги, що пред'являються до технічного забезпечення обчислювальної системи

Згідно [5] технічні засоби повинні відповідати таким вимогам:

- можливість виконання всіх заявлених функцій;
- наявність у складі розвинених засобів підтримки;
- наявність достатніх можливостей по швидкодії, продуктивності і обсягам.

Технічні засоби обчислювального комплексу системи повинні бути серійного виробництва.

На нульовому базовому рівні необхідно використовувати датчики. На першому базовому рівні необхідно використовувати програмовані контролери.

Будь-який компонент з технічних засобів системи повинен допускати заміну його засобом аналогічного функціонального призначення без будь-яких конструктивних змін або регулювання в інших технічних середовищах системи, крім випадків, спеціально обумовлених в технічній документації на систему.

В системі повинні бути використані технічні засоби, відповідно стандартам [3, 4] для промислових приладів, засобів автоматизації і обчислювальної техніки по стійкості до зовнішніх чинників, завадостійкості, параметрам живлення і категорії виконання.

1.3.3. Вимоги, що пред'являються до програмного забезпечення обчислювальної системи

Згідно [6] система управління повинна обслуговуватися операційним середовищем. Операційне середовище є другим базовим рівнем. Рекомендована

на сьогодні в якості операційної середовища є "Windows 10". Систему другого рівня для візуалізації і діагностики (SCADA) рекомендується реалізовувати на базі програмного забезпечення "WINCC V5.1SP1" с забезпеченням двосторонньої передачі даних СУРБД ORACLE10i. Програмне забезпечення повинно допускати його функціональну наладку. Структура програмного забезпечення повинна дозволяти:

- модернізацію і розширення функцій системи,
- автономне функціонування окремих підсистем, а також їх сумісну роботу в складі всієї системи.

У програмному забезпеченні системи повинні бути реалізовані заходи щодо захисту від помилок при введенні і обробці інформації, що забезпечують задану якість виконання функцій системи і захисту від несанкціонованого доступу.

3.4. Вимоги до інформаційного забезпечення

Склад, структура, способи і режими обміну даними в системі повинні забезпечити виконання функцій АСУ ТП ВТВ і допускати можливість модернізації і розвитку системи [7].

Інформаційний обмін між компонентами системи повинен виконуватися із застосуванням локальних комунікаційних мереж по шині обміну.

Технологічний процес збору, обробки, передачі і представлення даних в АСУ ТП ВТВ повинен забезпечувати:

- необхідну швидкість обробки даних для забезпечення необхідної реакції системи на зовнішні обурення;
- зручність роботи з системою для операторів поста управління;

- мінімум ручного введення даних.

В системі повинні бути передбачені необхідні заходи щодо контролю і оновлення даних в інформаційних масивах, відновленню масивів після відмови будь-яких технічних засобів системи, а також контролю ідентичності одної-меншої інформації в базі даних ORACLE 10i.

3.5. Вимоги до організаційного забезпечення

Структура організаційного забезпечення відповідно до [8] повинна забезпечувати:

- безперервне цілодобове оперативне обслуговування системи;
- обслуговування і ремонт комплексу технічних засобів ВТВ;
- супровід програмного забезпечення.

Інструкції по експлуатації системи повинні чітко визначати дії персоналу, необхідні для виконання кожної автоматизованої функції, у всіх режимах функціонування системи. Повинні містити конкретні вказівки про дії в разі виникнення аварійної ситуації або порушення нормальних умов функціонування.

4. РОЗРОБКА ЗАГАЛЬНОЇ КОНЦЕПЦІЇ І АЛГОРИТМІВ РОБОТИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

4.1. Загальні принципи роботи обчислювальної системи

Проект передбачає заміну трьох різнорідних систем управління відпалом на єдину автоматизовану систему управління для 100 печей (рис. 4). АСУ ТП ВТВ являє собою сукупність засобів обчислювальної техніки, комутаційної апаратури, пультів управління, приводів виконавчих механізмів і апаратури КВП і А. Розробляється структура АСУ виходячи з вимог (п.1.3.2.) Визначена як трирівнева. Розглянемо структуру комплексу, який проектується докладніше.

Рівень 0 - базовий рівень безпосереднього управління і збору даних передбачає використання датчиків і виконавчих механізмів (приводів), наведених в табл. 3.

Рівень 1 - базовий рівень автоматизованого управління та регулювання передбачає застосування програмованих логічних контролерів (ПЛК) технологічного процесу, наведених в табл. 4 для збору, обробки інформації та видачі керуючих впливів.

Перші два рівні не вимагають технологічного обслуговування і служать тільки для збору, обробки інформації та реалізації завдань рівня 2. Обслуговування рівня 0 здійснюється службою КВП і А, рівня 1 - службою програмного налагодження АСУТП в ремонтні інтервали.

Оскільки процес високотемпературного відпалу передбачає різне управління електронагрівачами і захисною атмосферою печі, то і структура нульового і першого рівнів АСУ ТП ВТВ розділяється на дві частини:

- комплекс, керуючий температурою печі;
- комплекс, керуючий захисною атмосферою.

Рівень 2 - рівень оперативного технологічного персоналу, призначений для візуалізації управління технологічним процесом, збору інформації про його проходження і контролю стану обладнання.

На цьому рівні знаходяться:

- чотири сервера агрегатного рівня SCADA системи, розташованих по одному на кожному КРП. Кожен з серверів агрегатного рівня об'єднує в собі функції аварійного сервера, сервера архівації, сервера повідомлень і сервера обробки інформації;

- сім мультіклієнтських станцій, які можуть контролювати роботу всіх серверів агрегатного рівня. За своїм функціональним призначенням мультіклієнтські станції діляться наступним чином:

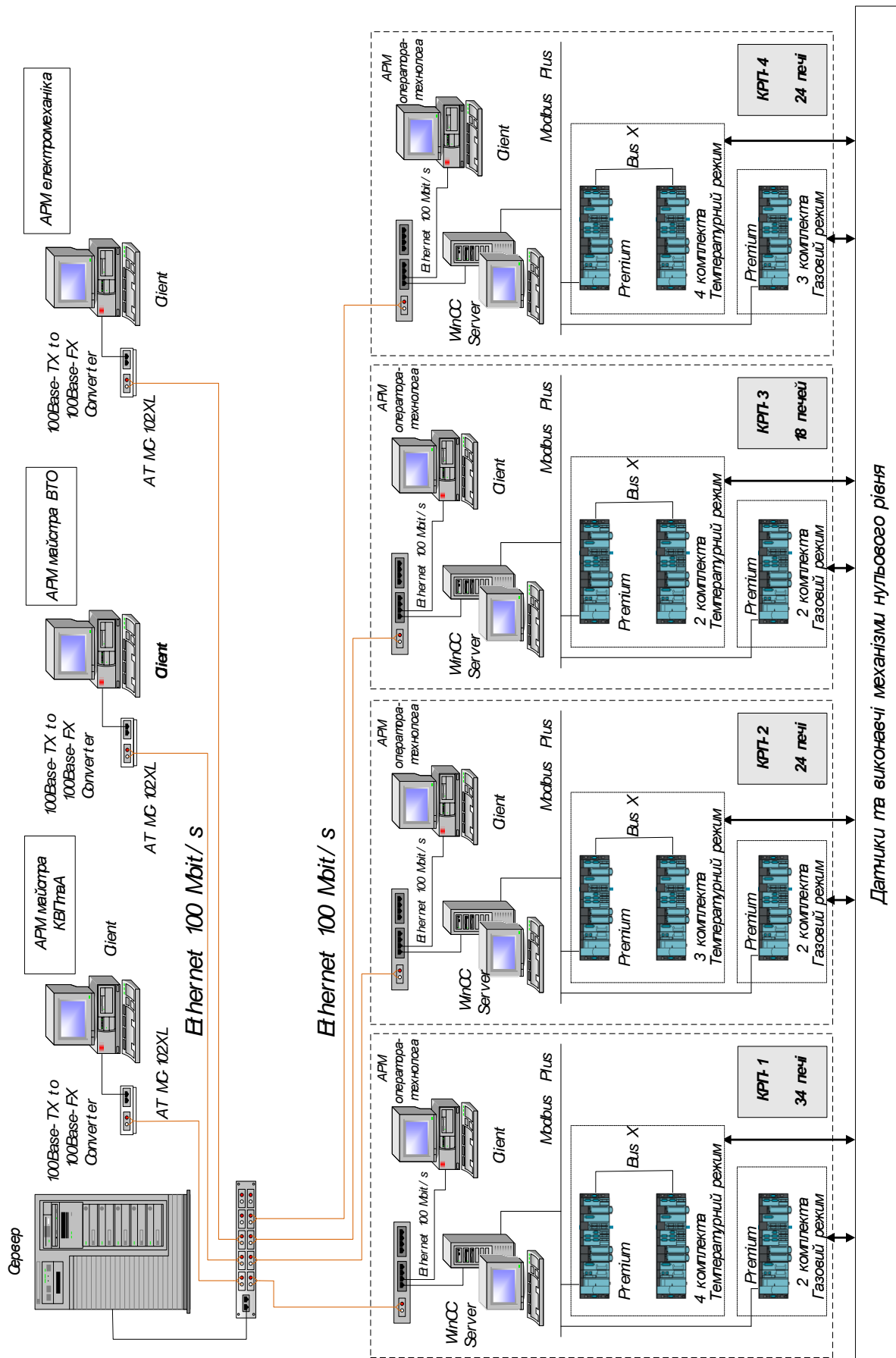
- чотири автоматизованих робочих місця (АРМ) оператора - тих-монолог, наявних на кожному КРП;
- АРМ змінного електромеханіка;
- АРМ майстра ВТВ;
- АРМ майстра КВП і А.

Таблиця 3.

Перелік датчиків рівня 0.

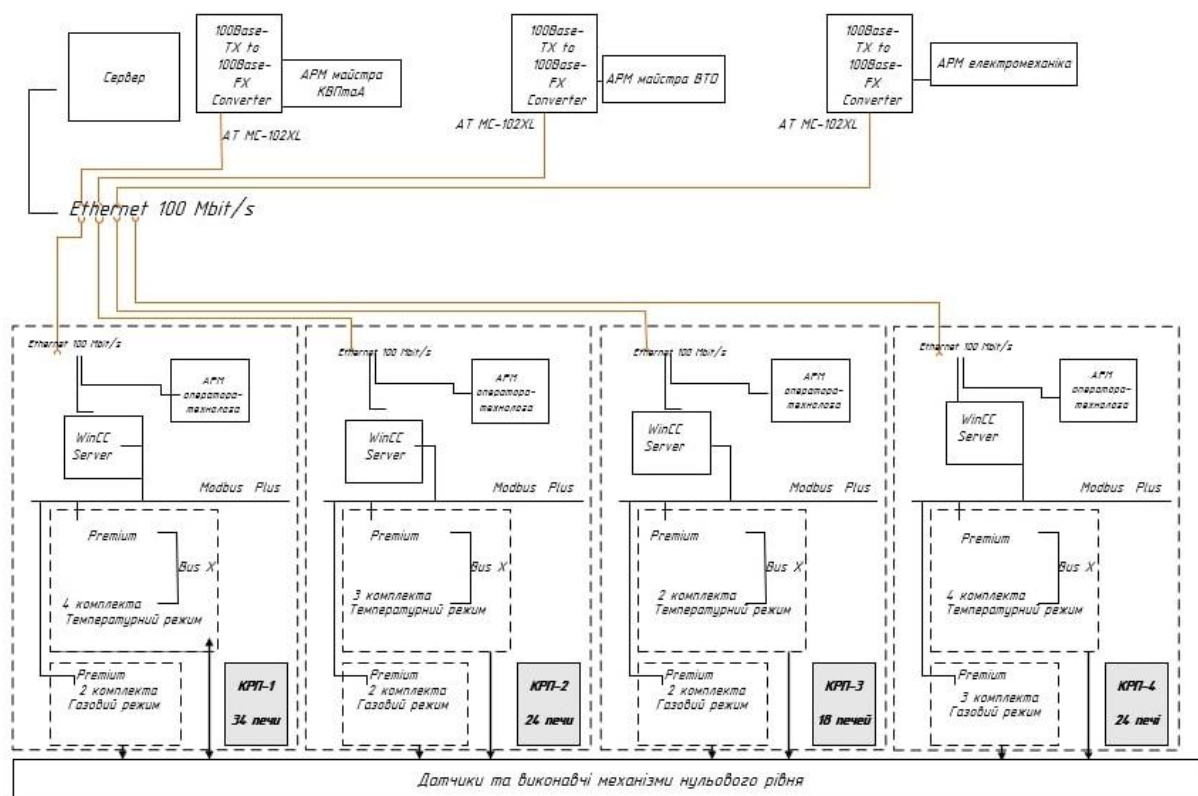
Контрольно-розповсюджувачі пункт	Кількість, шт.			
	термо-перетворювачі	дат-чики струму	дат-чики ра-сходу	дат-чики тиску
КРП-1	136	306	68	34
КРП-2	96	216	48	24

КРП-3	72	162	36	18
КРП-4	96	216	48	24



Датчики та виконавчі механізми нульового рівня

Рис. 4 Структурна схема пропонованої системи управління



Таблиця 4.

Перелік контролерів рівня 1.

Конт- рольно- розпо- всюджувачі пункт	Культкість печей по блокам				Кількість трансформато- рів на КРП	Кількість, шт.	
						Газові контролери	Тем- пературні контролери
КРП-1	0				4	2	4
КРП-2					3	2	3
КРП-3					2	2	2

	0						
КРП-4					3	3	4

На кожному КРП організовані серверні частини WINCC® агрегатного рівня. Операторські станції і контролери розташовані в окремих приміщеннях на постах управління. АРМ змінного електромеханіка знаходиться в приміщенні ВЦ ВТС. АРМ майстра КВП і А знаходиться в приміщенні центральної майстерні ділянки ВТС. АРМ майстра ВТВ знаходиться в приміщенні старшого майстра термічного відділення. Отже, другий рівень АСУ ТП ВТВ є розподіленою багато користувацькою і багатозадачною системою візуалізації і управління технологічним процесом.

Принцип роботи обчислювальної системи наступний. Система інформаційного забезпечення АСУ ТП ВТВ має дворівневу схему. Рівні, з інформаційного призначенням, розподіляються наступним чином: перший інформаційний рівень - рівень локальної автоматики, другий інформаційний рівень - агрегатний рівень.

Інформація, що збирається автоматично від аналогових датчиків, встановлених на об'єктах управління (трубопроводах, в електричних ланцюгах і всередині печі) надходить на модулі локальних ПЛК і проходить в них цифрову обробку. Відпрацьовані завдання програмами контролерів видаються на виходи ПЛК і передаються на виконавчі механізми (рис. 5).

Одночасно вихідна інформація з локальних контролерів поступає на відстежуючі агрегатні сервери для програмної обробки і обробки корекції технологічного процесу відпалу. Сервери другого рівня передають поточну оброблену інформацію у вигляді цифрових сигналів, різних екранних форм, екранних звітів і друкованих документів на локальні АРМ.

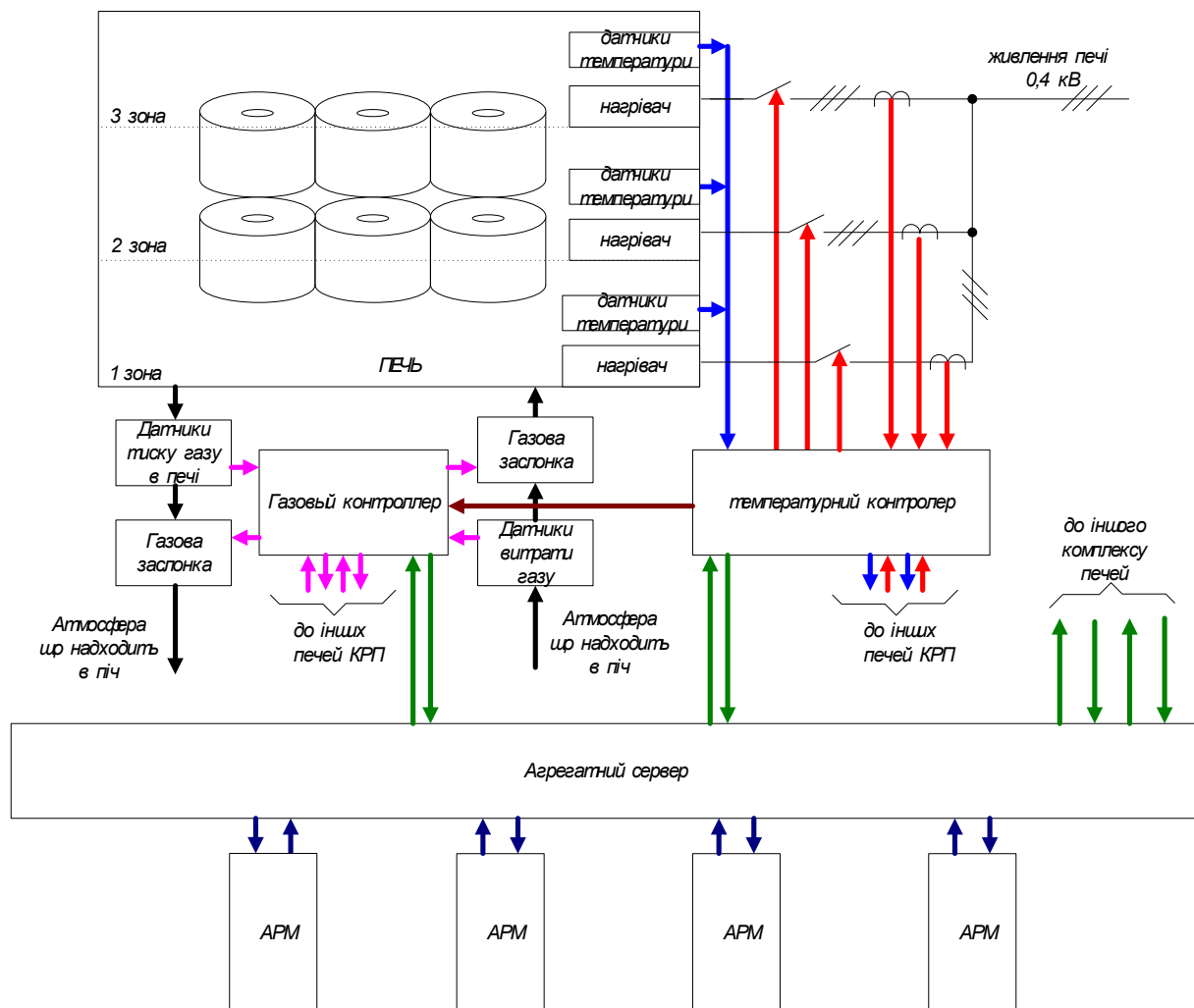
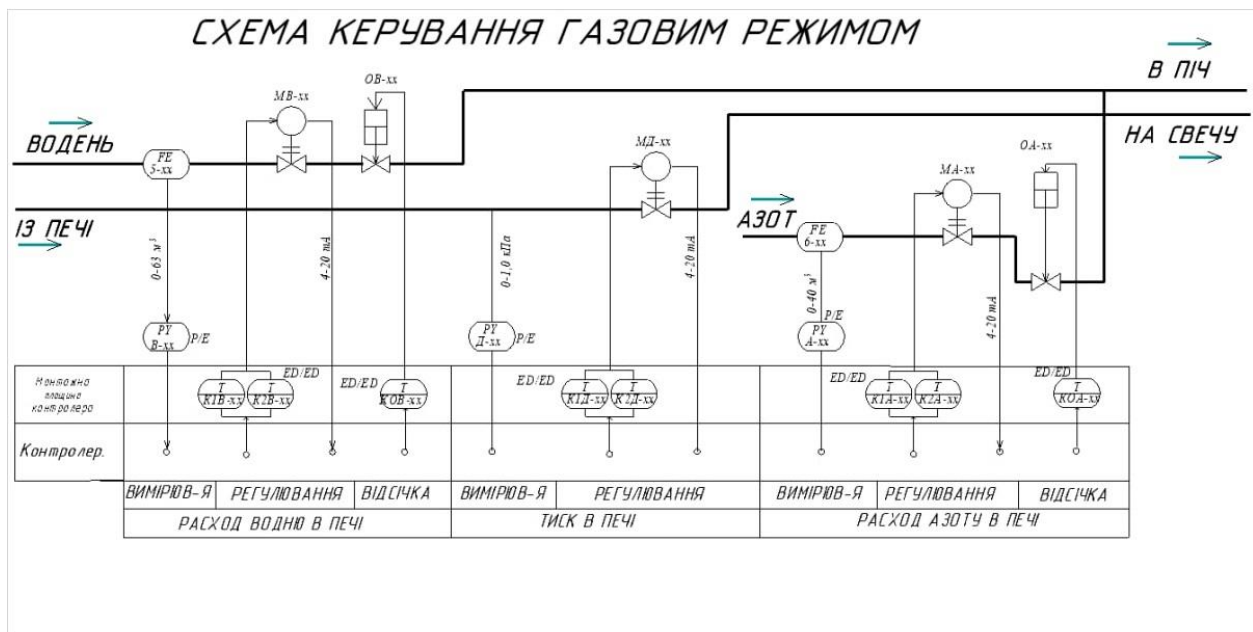


Рис. 5. Структурна схема обчислювальної системи



Таким чином, обчислювальний комплекс АСУ ТП ВТВ являє собою розподілену структуру, що включає чотири сервера агрегатного рівня, сім мультіклієнтських станцій і мережу програмованих контролерів.

4.2. Опис функцій, що автоматизуються і комплексу розв'язуваних завдань

Нульовий рівень автоматизації служить для збору інформації з ОУ датчиками, передачі її на другий рівень і виконання команд управління, що надходять від контролерів першого рівня. Реалізацію нульового рівня розглянемо докладніше.

Система регулювання температури печі побудована на принципі - безпосереднього управління, тобто сигнали з датчиків – термоперетворювачів підключаються до входів плати аналогових сигналів на вході контролера, минаючи проміжні перетворення. У новій системі управління на нульовому рівні відсутні вторинні прилади і локальні регулятори КВП і А. Для вимірювання те-

мператури факела використовуються хромель - алюмелеві ТХА-0192К (рис. 6) [9].

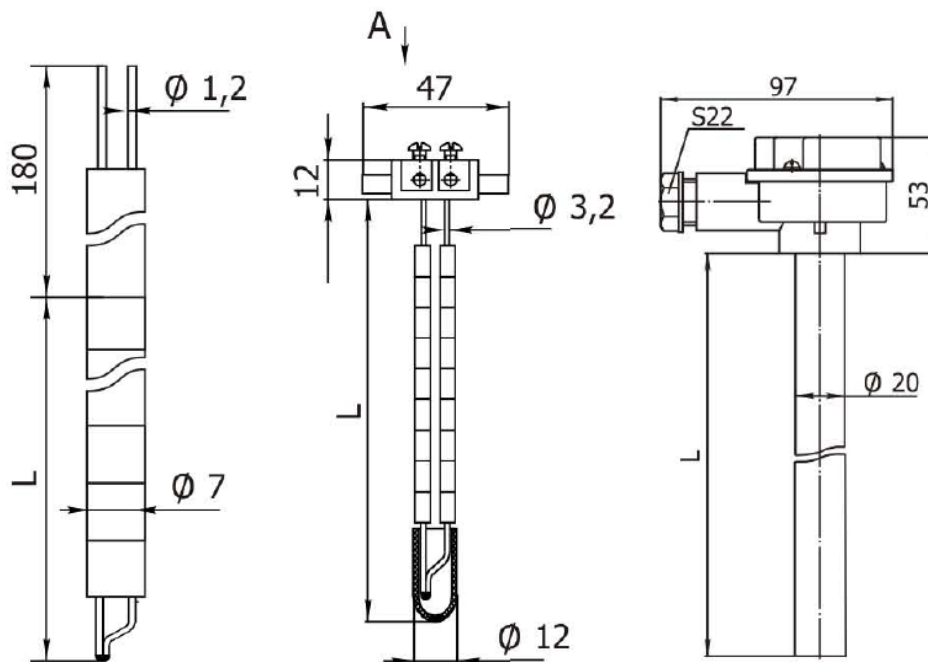


Рис. 6. Датчик температури ТХА-0192К

а) - чутливий елемент, б) - зовнішній вигляд датчика

Технічні характеристики датчиків температури ТХА-0192К:

- діапазон вимірювання: $-40 - 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- вимірювані середовища: газоподібні, нейтральні і окисні середовища, інертні гази;
- статична градуїровочна характеристика: «К»;
- клас допуску чутливого елемента: 2;
- основна похибка вимірювання: $\pm 2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- ресурс роботи при $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$: 6000 годин;
- матеріал захисної арматури: сталь 10Х23Н18;
- Довжина монтажної частини: 500 мм;
- інерційність: 200 с.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ІАз71В.010БАК.00х ПЗ

Арк.УШ

Для вимірювання температури атмосфери для печей використовуються термоелектричні - платинові термоперетворювачі ТПП-0192S (рис. 7) [9].

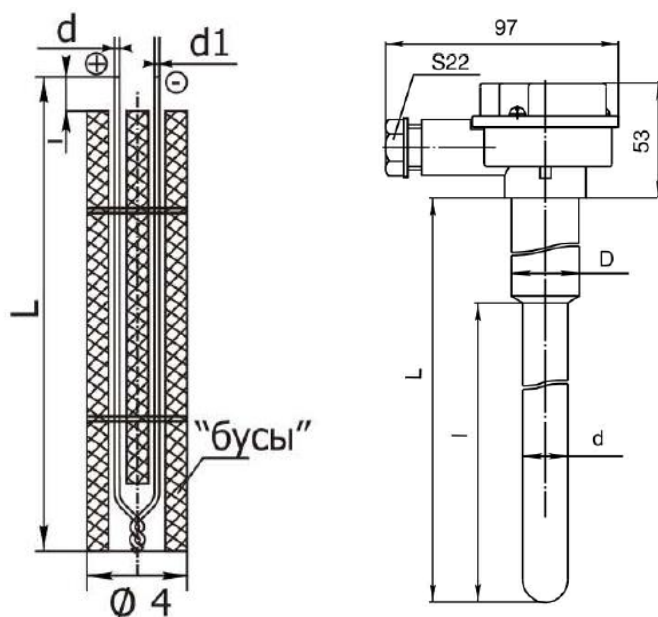


Рис. 7. Датчик температури ТПП-0192S

а) - чутливий елемент, б) - зовнішній вигляд датчика

Технічні характеристики термоперетворювачів ТПП-0192S:

- вимірювані середовища: газоподібні, нейтральні і окисні середовища, інертні гази;
- діапазон вимірювання: $-0 - 1600^{\circ}\text{C}$;
- статична гардуіровочная характеристика: «S»;
- клас допуску чутливого елемента: 2;
- основна похибка вимірювання: $\pm 2,4^{\circ}\text{C}$;
- ресурс роботи при 1000°C : 10000 годин;
- матеріал захисної арматури: корунд КТВП або кераміка МРКЦ;
- діаметр електрода: 0,5 мм;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ІА371В.010БАК.00х ПЗ

Арк. 11

40

- Довжина монтажно́ї частини: 1000 мм;
- інерційність: 40 с.

Вихідні сигнали температурних контролерів керують роботою контакторів нагрівальних елементів. Для управління електричними навантаженнями печі застосовуємо трифазні елегазові контактори ЕКМ1КФ з датчиками струму типу ДТП (датчик струму) [10]. Застосування елегазових контакторів обумовлюється вибухонебезпечними умовами експлуатації обладнання. На одній печі застосовується дев'ять датчиків струму: 3 Датчика ДТП-300 для стенду і 6 датчиків ДТП-500 для ковпака.

Контактор ЕКМ1КФ має технічні характеристики:

- Номінальна робоча напруга: 0,66 кВ;
- Номінальний струм вимикача: 600 А;
- Оперативний струм: = 24В;
- Мінімальна кількість циклів "В - О": 1000000;
- Габаритні розміри однієї фази: 190х50х40 мм.

Датчик змінного струму ДТП має технічні характеристики:

- Номінальний струм: 300 (500) А;
- Вихідний сигнал: 4 - 20 мА;
- Напруга живлення: = 24В;
- Навантажувальне опір: не більше 1,0кОм;
- Клас точності: 0,5.

Система управління газовим режимом ідентична системі управління температурним режимом. Електроприводи заслінок і клапанів встановлені

безпосередньо на трубопроводах і з'єднуються з дисками затворів, міняючи систему важеля. Вимірювання витрати та тиску атмосфери здійснюється - вимірювальними перетворювачами "Метран-150CD" (рис. 8) [11].



Рис. 8. Вимірювальний перетворювач "Метран-150CD"

Технічні характеристики перетворювача "Метран-150CD":

- Гранично допустимий надлишковий тиск: 25 МПа;
- Перепад тиску: 250 кПа;
- Межа основної похибки: $\pm 0,075\%$;
- Вихідний сигнал: 4 - 20 мА;
- Напруга живлення: 24В;
- Навантажувальне опір: не більше 1,0кОм;
- Потужність: не більше 0,8 В · А;
- Вбудоване індикаторний пристрій: РКІ.

Для реалізації команд управління газового контролера застосовуються такі виконавчі механізми: дисковий затвор для регулювання витрати і тиску атмосфери для печей і відсічний моторний клапан типу VR80F10NSF93SF (рис. 9) для аварійного перекриття трубопроводів [12]. Вибір типу, пропускної потуж-

ності і виконання затвора проводиться на базі розрахунку навантажувальної характеристики газової системи і буде розглянуто в наступних розділах.



Рис. 9. Відсічний моторний клапан типу VR80F10NSF93SF

Відсічний моторний клапан типу VR80F10NSF93SF має технічні характеристики:

- Матеріал корпусу: силумін;
- Максимальне вхідний тиск: 1 бар;
- Ущільнення запірної тарелі: пербунан;
- Час відкриття: 8 с;
- Час закриття: 0,8 с;
- Напруга живлення: 220 ± 15 , 50Hz В;
- Потужність відкриття / утримання: 90/9 ВА;
- ПВ: 100%.

Щоб уникнути порушення технологічного процесу через відмову штучного інтелекту передбачена можливість безпосереднього управління механізмами газового режиму минаючи систему АСУ ТП ВТВ. Управління ведеться оператором-технологом з теплового щита на кожному КРП від комутаційної панелі ручного управління. Цей захід є обов'язковою при експлуатації об'єктів газового господарства і продиктована вимогою підвищеної безпеки печі і зниженням втрат готової продукції у разі відмови окремих компонентів системи управління.

Перший рівень автоматизації служить для виконання локального управління однією або кількома печами одного КРП. Як вже було сказано раніше, за основу системи управління прийнятий принцип роздільного управління температурним і газовим режимами виключно виходячи з критерію підвищеної надійності АСУ ТП ВТВ. Перший рівень АСУ ТП СОТ реалізує наступні функції:

- Управління зонами нагріву печі. Відповідно до температурним режимом відпалу для даної садки, контролер розраховує тривалість включення / відключення зон. Значення сигналу термоелектричного пре-просвітників кожної зони зчитується з аналогового виходу відповідним входом модуля вводу аналогових сигналів температурного контролера. Управління контакторами нагрівачів здійснюється від відповідних виходів модулів виводу дискретних сигналів;

- Управління витратою водню. Відповідно до технологічної інструкції, в печах СГВ (СГН) робоча атмосфера складається з водню. На всьому протязі відпалу концентрація водню не змінюється, змінюється тільки витрата газу в залежності від стадії і режиму відпалу. Дані відповідного датчика витрат зчитуються відповідним входом модуля вводу аналогових сигналів газового конт-

ролера. Управління заслінкою, яка регулює витрати водню здійснюється за допомогою модулів виводу дискретних сигналів;

Управління витратою азоту. Відповідно до технологічної інструкції, в печах СГВ (СГН) азот подається перед початком відпалу, для зняття вакууму печі, і в кінці відпалу, перед зняттям ковпака. Відповідні значення витрати газів розраховуються системою управління індивідуально для кожного газового режиму працюючої печі. Управління заслінкою регулюючої витрата азоту здійснюється за допомогою модулів виводу дискретних сигналів. Також для певних сортів прокату відпал може проводитися в азотно-водневій атмосфері;

Управління тиском газів в пічному просторі. Відповідно до технологічної інструкції тиск газів в печі підтримується за рахунок керування заслінкою на "вихлопі" печі. Дані відповідного датчика тиску зчитуються відповідним входом модуля вводу аналогових сигналів контролера. Управління заслінкою, яка регулює тиск газів, здійснюється за допомогою модулів виводу дискретних сигналів;

Управління завантаженням трансформаторів. Завдяки обмеженню перевантажувальної здатності по потужності силових трансформаторів, що живлять силові ланцюги нагрівачів, необхідно відстежувати завантаження трансформаторів печей. Система управління автоматично розраховує циклічну послідовність включення і відключення печей і зон кожної печі, підключених до кожного силового трансформатору;

Реєстрація та контроль параметрів відпалу рулонів. При відпалі необхідно забезпечити контроль наступних параметрів: вимірювати температуру по зонах нагрівальної печі, вимір навантажень нагрівачів по кожній фазі, вимірювання витрати азоту і водню, вимірювання тиску захисної атмосфери в печі, вимірювання витрати азоту і водню по групах печей.

Поділ АСУ ТП СОР на чотири незалежних підсистеми по числу КРП вироблено на першому рівні автоматизації і продиктовано існуючою схемою незалежного енергопостачання цих ділянок, а також існуючим поділом термічного відділення ПТС на технологічні ділянки. Кількість контролерів кожної підсистеми визначається потужністю процесорного модуля, тобто кількістю оброблюваних дискретних і аналогових сигналів. Однак з урахуванням того, що управління температурним режимом відпалу пов'язано із завантаженням силових трансформаторів, конфігурація контролерів має ґрунтуватися на цілісності блоків печей, "прив'язаних" до одного трансформатора.

Найбільш докладний розгляд роботи апаратури першого рівня буде розглянуто в наступних розділах.

Другий рівень автоматизації служить для виконання агрегатного управління одним КРП і всім комплексом СОР в цілому. Пропонована система другого рівня АСУ ТП СОР на агрегатних серверах реалізує наступні функції:

Візуалізація і реєстрація інформації про готовність печей до роботи або збої при підготовці. Ця функція виконується у вигляді відповідних повідомлень на моніторах АРМ технологів;

Візуалізація і реєстрація поточного стану технологічного процесу СОР. Ця функція виконується у вигляді відповідних повідомлень на моніторах АРМ технологів: завдання на відпал, розбиття завдання по температурному і газового режимів, поточний стан техпроцесу і газового обладнання;

Видача попереджувальних сигналів і повідомлень оператору-технологу в разі виявлення відхилень технологічного процесу або несправності обладнання. Ця функція виконується у вигляді відповідних світлових і звукових сигналів і відповідних написів на моніторах всіх АРМ;

Візуалізація поточного стану технологічного процесу на даному КРП в цілому. Ця функція виконується на моніторах всіх АРМ у вигляді відеокадри стану відділення;

Формування аварійних повідомлень. Функція виконується на моніторах всіх АРМ у вигляді відеокадру стану печей з ініціалізацією конкретної причини;

Архівування діагностичних, робочих, попереджувальних і аварійних повідомлень. Функція виконується для: архівування повідомлень системи діагностики контролерів, архівування повідомлень системи діагностики керуючих програм, архівування повідомлень за класами (робітники, попереджувальні, аварійні), архівування повідомлень про виміряних параметрах, архівування даних про кошті.

Формування поточної і звітної документації. Функція виконується видачею інформації в друкованому вигляді та архівуванням на сервері.

Взаємодія з продуктивний сервер системи спостереження третього рівня. Функція передбачає оперативну передачу подій, пов'язаних з процесом відпалу, передачу фактичних технологічних даних процесу відпалу, прив'язаних до даного відпалу, а також організацію буфера тимчасового зберігання даних на період непрацездатності до чотирьох годин сервера третього рівня;

Обробка завдань на відпал. Включає, отримання завдань на відпал з третього рівня, ручну корекцію даних завдання оператором технологом, і перетворення завдання в набір уставок для управління технологічним процесом.

АРМ операторів технологів дозволяють оперативно вести процес підготовки і вибору режимів відпалу. Наявність системи візуалізації технологічного процесу дозволило повністю відмовитися від вторинних показують і реєструють приладів.

Інтерфейс НМІ ("людина машина") дає можливість вести контроль технологічного процесу АСУ ТП СОР з будь-якої з чотирьох операторських станцій.

АРМ майстра КВП і А, майстри СОР і електромеханіка здійснюють тільки спостереження процесу відпалу і оперативно надають діагностичну інформацію про стан технічних засобів і технологічного процесу СОР своїм користувачам.

Взаємозв'язок між рівнями АСУ показана на схемі спільного функціонування (рис 10). Датчики і механізми нульового рівня і контролери першого рівня здійснюють інформаційний обмін за допомогою дискретних сигналів для релейно-контактної апаратури і аналогових сигналів перетворювачів по дротового зв'язку.

Перший і другий рівні об'єднані мережею «Modbus Plus» (табл. 5). Реалізація мережі «Modbus Plus» з боку модулів процесорів ПЛК за допомогою PCMCIA карт моделі «TSX MBP 100», а з боку ПК агрегатного сервера SCADA системи WINCC® картою моделі 416NHM30030. Дана плата встановлюється в спеціальний слот на процесорах або співпроцесор.

Мережа Modbus Plus є високоефективної промислової локальною мережею, яка може працювати з розширеною архітектурою типу «клієнт-сервер», має високу швидкість передачі даних (1 Мбіт / с), простими і економічними функціями передачі і декількома сервісами обробки повідомлень. До основних функцій обміну даними між усіма підключеними до мережі пристроями відносяться:

- функція обміну повідомленнями по протоколу Modbus;

- функція глобальної бази даних (сервіс спільно використовуваної таблиці, періодичний, керований додатком: станція, яка захопила маркер, може направити 32 слова 63 інших станціях, приєднаним до мережі).

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Аркулш
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

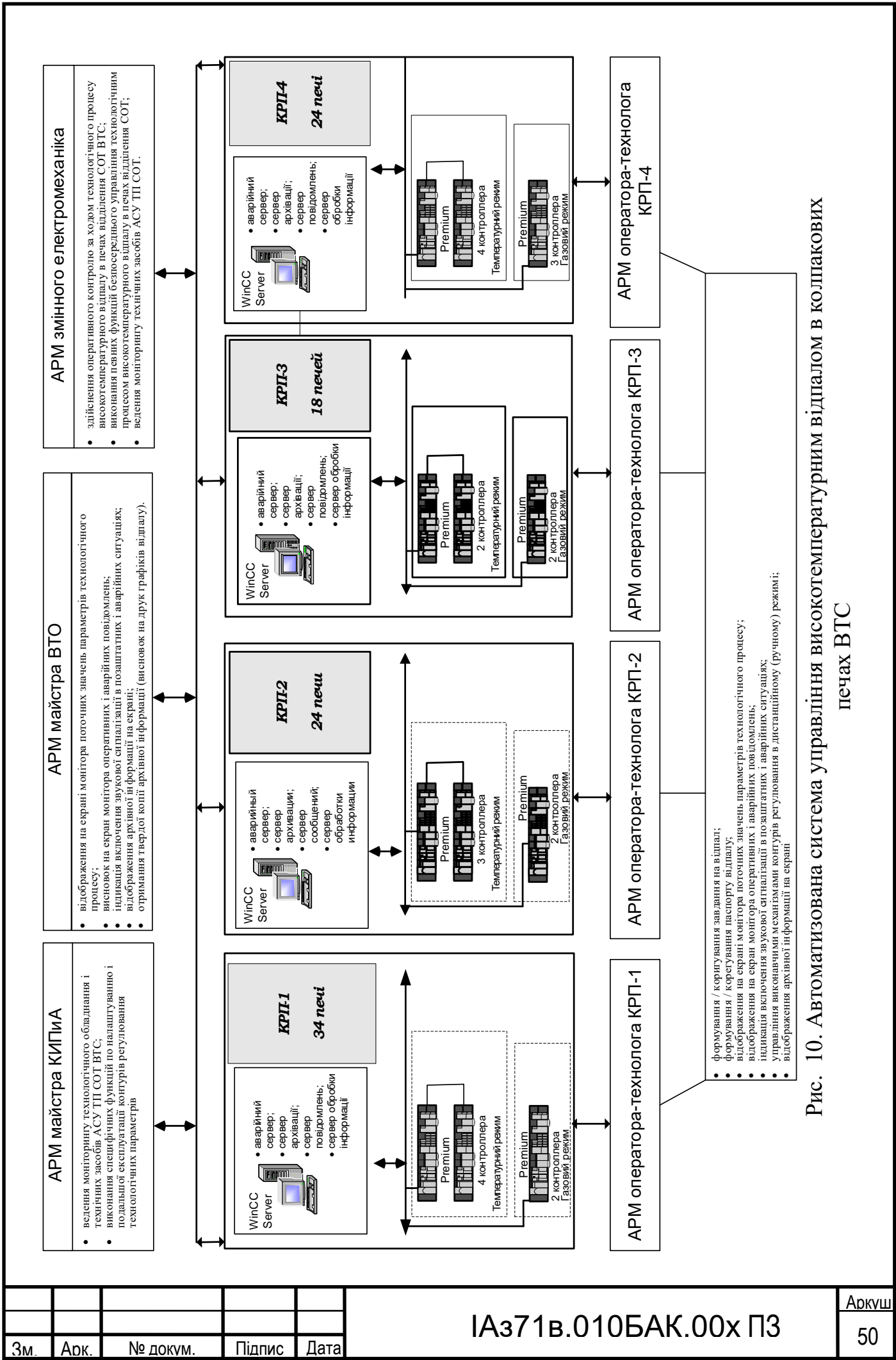


Рис. 10. Автоматизована система управління високотемпературним відгалом в колакових печах ВТС

5. РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОКРЕМОГО БЛОКУ

5.1. Розрахунок регулюючого органу

Проводиться розрахунок регулюючого органу з пропускною здатністю. Необхідні вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 7.

Таблиця 7. Вихідні дані для розрахунку регулюючого органу

вимірюваний параметр	одиниця вимірювання	величина
Максимальні витрати вимірюваного середовища, $Q_{\text{ном. max}}$	м ³ /год	63
Номінальна витрата вимірюваного середовища, $Q_{\text{м. max}}$	м ³ /год	41
Внутрішній діаметр трубопроводу при $t=20^{\circ}\text{C}$, D	мм	80
Щільність газової суміші в нормальних умовах	кг/м ³	1,167
Абсолютний тиск середовища на початку трубопроводу	Па	103194
Абсолютний тиск середовища в кінці трубопроводу	Па	103128
Абсолютна температура середовища	К	293,16
Найбільший вимірювана витрата	м ³ /год	63
Довжина трубопроводу до регулюючого органу	м	8,65
Довжина трубопроводу після регулюючого органу	м	5
Типи місцевих опорів:	коліно	90 ⁰

Визначення умовного діаметра регулюючого органу проводиться в такій послідовності. Визначається розрахункова витрата речовини при повному відкритті регулюючого органу:

$$Q_{nl} = 1,1 \cdot Q_{nmax}, \text{ м}^3/\text{сек.} \quad (7)$$

Згідно (7):

$$Q_{н1} = 1,1 \cdot 63 = 69,3 \text{ м}^3/\text{час} = 0,01925 \text{ м}^3/\text{сек}$$

За довідковими таблицями визначаються коефіцієнти ζ всіх місцевих опорів, включаючи вхід і вихід з трубопроводу. Коефіцієнти ζ представлені в табл. 8.

Таблиця 8.

Значення місцевих опорів

Найменування	Значення коефіцієнта
Вхід в трубопровід	$\zeta_1 = 0.5$
Діафрагма	$\zeta_2 = 0.15$
Коліно	$\zeta_3 = 1.15$
Коліно	$\zeta_4 = 1.15$
Коліно	$\zeta_5 = 1.15$
Вентиль	$\zeta_6 = 5.5$
Вихід з трубопроводу	$\zeta_7 = 1$

Визначаються коефіцієнти тертя λ на всіх ділянках трубопроводу:

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{R_A}}, \text{ о.е.}, \quad (8)$$

де R_E - критерій Рейнольдса.

Визначаються критерії Рейнольдса:

$$R_E = 1,27 \cdot \frac{Q_{i1} \cdot \rho_{i1}}{D \cdot \mu}, \text{ о.е.} \quad (9)$$

де $\mu = 1,178 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$ - динамічна в'язкість газу в робочих умовах;

$\rho_{НОМ} = 1,1663 \text{ кг/м}^3$ - щільність газу в нормальних умовах.

згідно (9):

$$R_E = 1,27 \cdot \frac{0,01925 \cdot 1,1663}{0,08 \cdot 1,17767 \cdot 10^{-6}} = 302643,4.$$

згідно (8):

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{302643,4}} = 0,01.$$

Визначаються щільності речовини до і після регулюючого органу:

$$\rho = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\rho_{i1} \cdot D_{f \lambda \times (\hat{E} \hat{I} \hat{I})}}{\hat{O}}, \frac{\hat{e} \tilde{a}}{\hat{i}^3}. \quad (10)$$

згідно (10):

$$\rho' = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1,1663 \cdot 103194}{293,16} = 1,1906 \frac{\hat{e} \tilde{a}}{\hat{i}^3}.$$

$$\rho'' = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1,1663 \cdot 103128}{293,16} = 1,1898 \frac{\hat{e} \tilde{a}}{\hat{i}^3}.$$

Визначаються швидкості речовини на всіх ділянках трубопроводу і у вхідних патрубках всіх місцевих опорів при розрахунковому витраті. Визначається швидкість речовини до регулюючого органу:

$$V_I = \frac{Q_{i1} \cdot \rho_i}{\rho' \cdot F}, \text{ м/с} \quad (11)$$

де ρ - щільність середовища на даній ділянці трубопроводу (на ділянках до регулюючого органу $\rho = \rho'$, а на ділянках після регулюючого органу $\rho = \rho''$, кг / м³;

F – площа перетину ділянки трубопроводу, м².

Визначається площа перетину ділянки трубопроводу:

$$F = 0,786 \cdot D^2 \quad (12)$$

де D – внутрішній діаметр ділянки трубопроводу, м.

згідно (12):

$$F = 0,786 \cdot 0,08^2 = 0,005 \text{ м}^2.$$

згідно (11):

$$V_1 = \frac{0,01925 \cdot 1,1663}{1,1906 \cdot 0,05} = 3,749 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Визначається швидкість речовини після регулюючого органу:

$$V_2 = \frac{Q_{f1} \cdot \rho_{f1}}{\rho'' \cdot F}, \text{ м/с} \quad (13)$$

згідно (13):

$$V_2 = \frac{0,01925 \cdot 1,1663}{1,1898 \cdot 0,005} = 3,751 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Визначається втрата тиску речовини в трубопроводі $\Delta P'_{л1}$ до регулюючого органу при розрахунковому витраті. Так як трубопровід по всій довжині до регулюючого органу має постійний діаметр і постійну шорсткість внутрішніх стінок, то застосовується формула:

$$\Delta P'_{л1} = \frac{\rho'}{2} \cdot V^2 \cdot \left(\sum_{i=1}^m \zeta_i + \frac{\lambda + l'}{D'} \right), \quad (14)$$

де i – коліно місцевого опору;

m – число місцевих опорів до регулюючого органу, включаючи опір входу в трубопровід;

l' – довжина трубопроводу до регулюючого органу;

D' – внутрішній діаметр трубопроводу.

згідно (14):

$$\Delta P'_{л1} = \frac{1}{2} \cdot 1,1906 \cdot 3,749^2 \cdot \left((0,5 + 0,15 + 1,15 + 5,5) + \frac{0,01 \cdot 8,65}{0,08} \right) = 16,155 \text{ Па}$$

Визначається втрата тиску речовини в трубопроводі $\Delta P''_{л1}$ після регулюючого органу. У число місцевих опорів після регулюючого органу має бути включено опір виходу з трубопроводу:

$$\Delta P''_{л1} = \frac{\rho''}{2} \cdot V^2 \cdot \left(\sum_{i=1}^m \zeta_i + \frac{\lambda + l'}{D'} \right). \quad (14)$$

згідно (14):

$$\Delta P''_{л1} = \frac{1}{2} \cdot 1,1898 \cdot 3,751^2 \cdot \left((1,15 + 1,15 + 1,15 + 1) + \frac{0,01 \cdot 5}{0,08} \right) = 44,299 \text{ Па}.$$

Визначається перепад тисків на регулюючому органі при розрахункових значеннях витрати газу:

$$\Delta P_{pol} = P_{нач} - P_{к} - \Delta P'_{л1} - \Delta P''_{л1}, \text{ Па.} \quad (15)$$

згідно (15):

$$\Delta P_{pol} = 103194 - 103128 - 16,155 - 44,299 = 5,547 \text{ Па}$$

Визначається абсолютне тиск перед регулюючим органом:

$$P_1 = P_{нач} - \Delta P'_{л1}, \text{ Па.} \quad (16)$$

згідно (16):

$$P_1 = 103194 - 16,155 = 103177,85 \text{ Па}.$$

Визначається критичний перепад тисків на регулюючому органі:

$$\Delta P_{кр} = \left(\frac{\Delta D_{\hat{D}}}{D} \right)_{\hat{E}D} \cdot D_1, \text{ Па}, \quad (17)$$

де $\left(\frac{\Delta D_{\hat{D}}}{D} \right)_{\hat{E}D} := 0,45...0,6$ - величина критичного ставлення в залежності від показника адіабати χ речовини.

згідно (17):

$$\left(\frac{\Delta D_{\hat{D}}}{D} \right)_{\hat{E}D} = 0,47; \Delta P_{кр} = 0,47 \cdot 103177,85 = 48493,59 \text{ Па}.$$

Визначається щільність середовища перед регулюючим органом:

$$\rho_1 = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\rho_{\hat{I} \hat{I} \hat{I}} \cdot D_1}{\hat{O}}, \text{ кг/м}^3 \quad (18)$$

згідно (18):

$$\rho_1 = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1,1663 \cdot 103177,85}{293,16} = 1,1904 \frac{\hat{e} \tilde{a}}{\hat{i}^3}.$$

Визначається відношення $\frac{\Delta D_{\hat{D} 1}}{D_1}$ і поправочний множник розширення:

$$\frac{\Delta D_{\hat{D} 1}}{D_1} = 0,000054; \varepsilon_1 = 0,999.$$

Визначається розрахункове значення умовної пропускної здатності регулюючого органу:

$$\tilde{N} = 3,56 \cdot 10^4 \cdot \frac{Q_{\hat{I} 1} \cdot \rho_{\hat{I} \hat{I} \hat{I}}}{\varepsilon_1 \cdot \sqrt{\rho_1 \cdot \Delta D_{\hat{D} 1}}}. \quad (19)$$

згідно (19):

$$\tilde{N} = 3,56 \cdot 10^4 \cdot \frac{0,01925 \cdot 1,1663}{0,999 \sqrt{1,1904 \cdot 5,547}} = 311,36.$$

Залежно від роду речовини і його тиску вибирається потрібний тип регулюючого органу (заслінка, клапан, кран), а потім по каталогах або довідників вибирається марка і умовний діаметр D_y таким чином, щоб пропускна здатність C обраного регулюючого була б дорівнює розрахунковому значенню або була б найближчої більшої величиною по відношенню до розрахункового значенням.

Приймається найближче стандартне значення пропускної здатності C' обраного регулюючого органу $C' = 340$ з відповідним умовним діаметром $D_y = 80$ мм. При регулюванні потоків газових середовищ найбільшого поширення набули: при малих робочих тисках - заслінка, при високому тиску - клапан. Вибираємо заслінку ЗМС-80 [14]. Для визначення робочої характеристики регулюючого органу необхідно провести розрахунки характеристик і звести їх в табл. 8 розміром $n \times m$. Число рядків таблиці n визначається:

$$n = 10 \cdot \frac{\tilde{N}'}{\tilde{N}} + 1, \quad (20)$$

де C' – дійсне значення умовної пропускної здатності обраного регулюючого органу;

C – розрахункове значення умовної пропускної здатності.

згідно (20):

$$n = 10 \cdot \frac{340}{311,36} + 1 = 11.$$

Графи табл. 9 заповнюються таким чином:

- графа 1 містить ряд значень відносної витрати $\frac{Q}{Q_1}$, починаючи з нульового значення, з інтервалами, рівними 0,1 о.е.;
- графа 2 - квадрати значень графи 1;
- графа 3 - квадрати витрат:

$$Q^2 = Q_1^2 \cdot \left(\frac{Q}{Q_1} \right)^2, \quad (21)$$

де Q_1 – значення розрахункового витрати речовини при повному відкритті регулюючого органу;

$\left(\frac{Q}{Q_1} \right)^2$ - квадрати значень відносної витрати (графа 2).

- графа 4 - втрати тиску в трубопроводі:

$$\Delta P_{\dot{E}} = (\Delta P'_{\dot{E}1} + \Delta P''_{\dot{E}1}) \cdot \left(\frac{Q}{Q_1} \right)^2, \quad (22)$$

- графа 5 - перепади тисків на регулюючому органі:

$$\Delta P_{\dot{D}\dot{I}} = (\Delta D_{\dot{D}\dot{I}1} + \Delta P'_{\dot{E}1} + \Delta P''_{\dot{E}1}) - \Delta P_{\dot{E}}. \quad (23)$$

- графа 6 - втрати тиску в трубопроводі до регулюючого органу:

$$\Delta P'_{\dot{E}} = \Delta P'_{\dot{E}1} \cdot \left(\frac{Q}{Q_1} \right)^2. \quad (24)$$

- графа 7 - абсолютні тиску середовища перед регулюючим органом:

$$\Delta P = P_{\text{нач}} - \Delta P_{\dot{I}}'. \quad (25)$$

- графа 8 - критичні значення перепадів тиску:

$$\Delta P_{\text{кр}} = \Delta D_{\hat{E}\hat{D}} = \left(\frac{\Delta D_{\dot{D}\dot{I}}}{\dot{D}} \right)_{\hat{E}\hat{D}} \cdot \dot{D}. \quad (26)$$

де $\left(\frac{\Delta D_{\dot{D}\dot{I}}}{\dot{D}} \right)_{\hat{E}\hat{D}}$ - величина критичного ставлення тисків.

- графа 9 - величини щільності середовища перед регулюючим органом:

$$\rho = \frac{\rho_i}{\rho_1} \cdot \dot{D}. \quad (27)$$

- графа 10 - відносини перепадів тисків на регулюючому органі до абсолютних тисків перед ним (графи 5 і 7);

- графа 11 - значення множників \square на розширення середовища (графа 10);

- графа 12 - квадрати значень граfi 11;

- графа 13 - речовинний показник опору діафрагми:

$$v = \frac{\Delta P_{di} \cdot \rho}{Q^2}. \quad (28)$$

- графа 14 - значення коефіцієнтів опору регулюючого органу, необхідні для забезпечення значень витрат:

$$\hat{E}_N = 3,7 \cdot 10^{-5} \cdot v. \quad (29)$$

- графа 15 - значення положень в градусах робочого елемента регулюючого органу, необхідні для забезпечення витрат визначаються по кривій залежності $\zeta'_\delta = f(n, ^\circ)$ для обраного регулюючого органу. Побудова робочої характеристики проводиться для залежності $\frac{Q}{Q_1} = f(n)$ (рис. 15).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,00	0,00	0	0	66	0,0	103194	48501	1,191	0,00064	0,9999	0,9998	10 ¹⁵	10 ⁸	0
0,10	0,01	3,7·10 ⁻⁸	1	65	0,2	103194	48501	1,191	0,00063	0,9998	0,9996	2100244114	77788,3	2
0,20	0,04	5,9·10 ⁻⁷	2	64	0,6	103193	48501	1,191	0,00062	0,9997	0,9994	127598782	4727,0	6
0,30	0,09	3,0·10 ⁻⁶	5	61	1,5	103193	48501	1,191	0,00059	0,9996	0,9992	2400145	889,0	11
0,40	0,16	9,5·10 ⁻⁶	10	56	2,6	103191	48500	1,191	0,00055	0,9995	0,9990	7062064	261,6	17
0,50	0,25	2,3·10 ⁻⁵	15	51	4,0	103190	48499	1,191	0,00049	0,9994	0,9988	2612658	96,8	24
0,60	0,36	4,8·10 ⁻⁵	22	44	5,8	103181	48498	1,191	0,00043	0,9993	0,9986	1095073	40,6	33
0,70	0,49	8,9·10 ⁻⁵	30	36	7,9	103186	48498	1,191	0,00035	0,9992	0,9984	485975	18,0	42
0,80	0,64	1,5·10 ⁻⁴	39	27	10,3	103184	48496	1,191	0,00027	0,9991	0,9982	213812	8,0	51
0,90	0,81	2,4·10 ⁻⁴	49	17	13,1	103181	48495	1,190	0,00017	0,9990	0,9980	83232	3,1	61
1,00	1,00	3,7·10 ⁻⁴	60	6	16,2	103178	48494	1,190	0,00005	0,9989	0,9978	17779	0,7	76

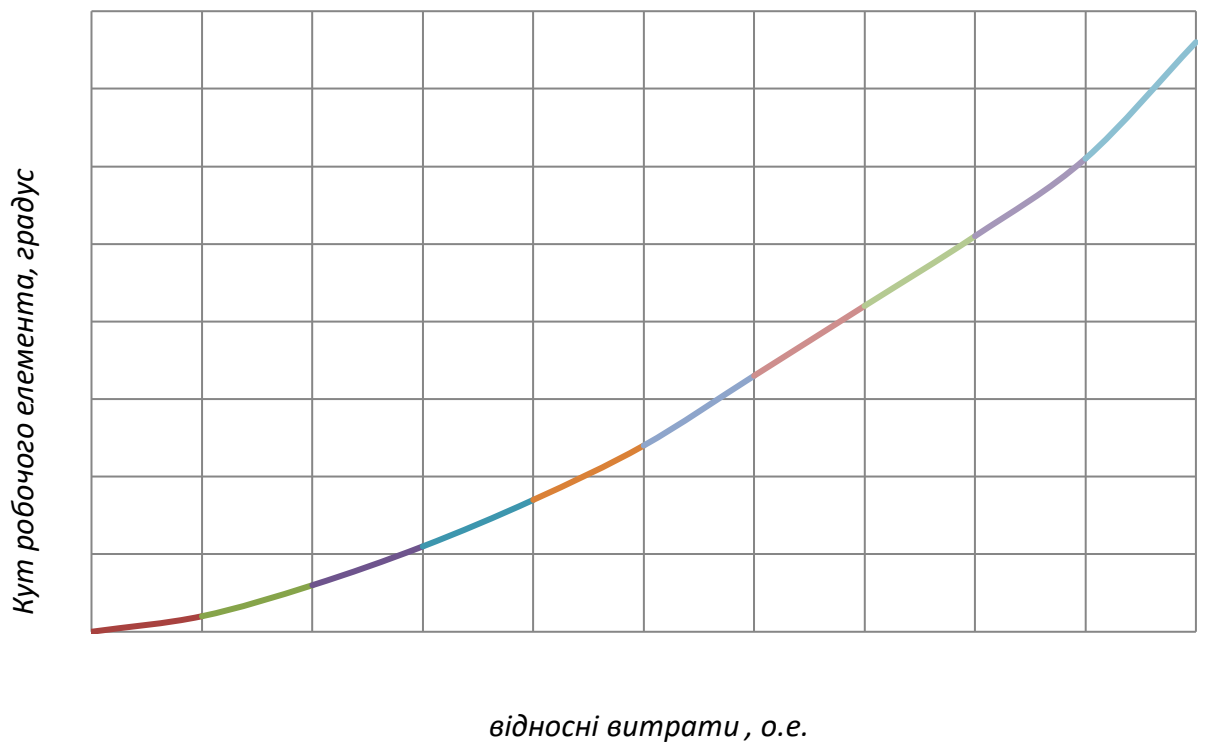


Рис. 15. Робоча характеристика регулюючого органу

5.2. Вибір виконавчого механізму

Виконавчі механізми вибирають в залежності від величини моменту обертання на валу, необхідної для переміщення робочого елемента регулюючого органу. Для поворотних заслінок момент M_{po} визначається за формулою [6]:

$$\dot{I}_{\partial i} = 0.07 \cdot D_o^3 \cdot \Delta P_{\partial i} + 0.07 \cdot D_y^2 \cdot d_a \cdot \Delta P_{\partial i} + 0.7 \cdot d_a^2 \cdot h_n \cdot P_e, \quad \dot{I} / i^2, \quad (30)$$

де D_y – діаметр заслонки, м

$d_b = (0,07 - 0,1) D_y = 0,08 \cdot 0,08 = 0,0064$ м – діаметр шийки вала заслонки.

$h_c = 20 - 30$ мм – висота сальникової набивки.

ΔP_{po} – перепад тисків на заслінки при її повному закритті, Н/м².

$P_{\text{и}}$ – надлишковий тиск перед заслінкою при повному закритті, Н/м².

згідно (30):

$$M_{\text{po}} = 0.07 \cdot 0.08^3 \cdot 103194 + 0.07 \cdot 0.08^2 \cdot 0.0064 \cdot 103194 + 0.7 \cdot 0.0064^2 \cdot 0.025 \cdot 103194 = 5 \text{ Н/м}^2$$

Оптимальним вибором по каталогу є електричний виконавчий механізм типу МЕОФ – 40/25 . Технічні характеристики виконавчого обраного механізму:

1. споживана потужність – 46 Вт;
2. тип двигуна – ДСОР – 68 – 0.25 – 150;
3. пристрій управління - безконтактне ПБР-2М, контактна;
4. габаритні розміри: 200×200×185;
5. маса – 6,5 кг;
6. напруга живлення - 220 В частотою 50 Гц;

6. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

6.1. Вибір обчислювального комплексу і опис його архітектури

Основне призначення АСУ ТП СОР ПТС:

- забезпечення взаємодії між обслуговуючим персоналом об'єкта управління, відповідальним за хід технологічного процесу, і обладнанням (засобів візуалізації, контролю, регулювання, засобів КВП і А, апаратів і механізмів самого об'єкта управління);
- забезпечення доступу до інформації (відповідно до призначених для користувача запитам) і уявлення кінцевих результатів в графічній і табличній формах.

АСУ ТП СОР ПТС складається з автоматизованих робочих місць, які вирішують комплекси завдань системи:

- АРМ оператора-технолога;
- АРМ майстра СОР;
- АРМ майстра КВП і А;
- АРМ змінного електромеханіка.

Структурна схема комплексу наведена на рис. __. Оскільки окремі компоненти комплексу технічних засобів АСУ ТП СОР виконують строго певні завдання, то і розміщення їх на об'єкті управління підпорядковане тим же вимогам.

Програмовані логічні контролери (ПЛК) встановлюються за належністю до відповідних контрольно-розподільні пункти (КРП). Апаратура комплексу технічних засобів першого і другого рівнів (контролери, агрегатний

сервер, робоча станція оператора-технолога) розміщується в приміщенні КРП термічного відділення ПТС. АРМ змінних операторів-технологів, які представляють собою сервери систем візуалізації технологічного процесу відпалу, розміщуються в цих же приміщеннях. АРМ майстра СОР, що представляє собою клієнтську частину системи візуалізації, розташовується в кімнаті старшого майстра термічного відділення. АРМ змінного електромеханіка, який обслуговує АСУ ТП СОР, є клієнтською частиною системи візуалізації і знаходиться в приміщенні ВЦ ПТС. АРМ майстра КВП і А, що представляє собою клієнтську частину системи візуалізації, знаходиться в приміщенні центральної майстерні ділянки ПТС.

В силу того, що програмне забезпечення завдань другого інформаційного рівня АСУ ТП СОР ПТС розроблено на базі HMI-системи Simatic WinCC - це накладає певні обмеження (мінімальний поріг) на використовувані технічні засоби.

Для забезпечення вищеперелічених функцій в якості серверної платформи функціонування системи застосовується WINCC сервер. Для серверної платформи бази даних системи використовуються:

- HP Net Server LC2000 PIII / 1000-256K 2Gb HS NIC Dual-RAID Dual-Ultra2 SCSI;
- HP PIII / 1000 CPU Upgrade for LC2000 and LH3000 models.

В силу того, що сервери агрегатного рівня не несуть на собі функції візуалізації процесу, отже, характеристики відеоадаптерів і моніторів значення не мають.

АРМ, встановлені на робочих місцях у користувачів, оснащені мінімальною конфігурацією встановлених апаратних засобів:

- процесор Intel Celeron 700MHz;

- обсяг ОЗУ 64 Мб;
- стандартні засоби введення інформації (клавіатура (англо-російська), маніпулятор «миша»);
- вільна дискова пам'ять не менше 5 Мбайт.

6.2. Вибір контролера

На даний момент фірми, що займаються розробкою автоматизованих систем (ABB, Siemens, Schneider Electric і ін.) Пропонують споживачам повний пакет програмних і апаратних рішень для реалізації АСУТП. Тому, можна довго описувати плюси одного і мінуси рішення, доводячи виправданість застосування певних технічних засобів, спрямованих на поліпшення якості.

На поточний момент в ПТС вже реалізовані модернізовані АСУ технологічних агрегатів на обладнанні фірми «Schneider Electric», тому приймаємо до проектування обладнання даної фірми з метою уніфікації обладнання та формування єдиної матеріальної бази. «Schneider Electric» випускає апаратні платформи автоматизації: "Atrium", "Quantum" і "Premium" в чотирьох модифікаціях: "Micro", "Junior", "Pro" і "Pro-Dyn" [14]. Кожна платформа має своє програмне забезпечення в залежності від закладаються функцій, але використовують одну платформу програмування Unity Pro V1.1. - дана платформу використовує многозадачну структуру, відповідає ІЕС 61131-3 і за структурою складається з чотирьох мов програмування:

- мова сходовій логіки;

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Архив
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

- мова структурованого тексту;
- мова списку інструкцій;
- мова графіки GRAFCET.

Програма для контролера може бути написана з використанням всіх чотирьох мов - кожна мова має свої функції і призначення. Завдання, що виконуються контролерами, діляться: головні (циклічні), швидкі (пріоритетні) і по перериванню (події).

Головні завдання (самі повільні) складаються з трьох частин:

- попередня обробка (пишеться на одному з трьох перших мов) - містить список інструкцій, режим роботи та ініціалізації, логіку входів;
- послідовна обробка пишеться на мові GRAFCET - містить графічний алгоритм роботи і забезпечує доступ до обробки дій і переходів;
- заключна обробка (також пишеться на одному з трьох перших мов) - служить для обробки всіх інструкцій від попередніх обробок і формування логіки виходів;

Швидкі завдання (програмуються на одному з трьох перших мов) - короткі програми, більш пріоритетні, ніж головні - служать для сканування зміни логіки входів і створення управляючих впливів.

Завдання, що активуються переривань (програмуються на одному з трьох перших мов) - найменші програми, найбільш пріоритетні - служать для швидкої відпрацювання зміни події (переповнення лічильника, зміни стану дискретного входу і т.д.).

Головна відмінність платформ автоматизації "Premium" один від одного - число можливих керуючих подій (від 8-ми подій у "Micro" до 64-х подій і двох рівнів пріоритету у "Pro").

					ІА371В.010БАК.00х ПЗ	АркVШ
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо платформу автоматизації "Junior" на базі процесора "Premium" TSX P57 3634M. Платформа автоматизації "Premium" виконується у вигляді шафи управління і призначена для збору, перетворення і видачі сигналів управління нагрівом процесу термічної обробки трансформаторної сталі в колпакових печах електричного нагріву. В автоматичному режимі роботи системи, управління технологічним процесом здійснюється від робочої станції і сервера WinCC®, реалізованих на базі персональних комп'ютерів. Зв'язок з шафою керування здійснюється по мережі Ethernet.

До складу шафи управління входять (специфікація в табл. 10):

- програмований логічний контролер;
- автоматичні вимикачі та комутаційна апаратура.

Загальна кількість шаф управління: на КРП-№1 - 4 температурних і 2 газових, на КРП-№2 - 3 температурних і 2 газових; на КРП-№3 - 2 температурних і 2 газових; на КРП-№4 - 4 температурних і 3 газових.

Вимоги стандартів до виконання шаф наступні:

- канали аналогових струмових вхідних сигналів повинні бути захищені від коротких замикань і перебувати в діапазоні 4-20 мА;
- аналогові вхідні сигнали від датчиків відповідають градування класу K і S для термопар;
- датчики вхідних / вихідних дискретних і вхідних аналогових сигналів живляться від окремих джерел постійного струму потужністю > 120Вт.
- на тильній стороні шафи розміщуються проміжні реле, керуючі реле лінійних контакторів нагрівачів. Котушки реле і їх блок - контакти підключаються відповідно до схем управління нагрівачами для кожного контролера індивідуально;

- живлення шафи здійснюється від мережі змінного струму 220В;
- проміжні реле встановлюються на максимальному видаленні від процесорної плати контролера;
- на передні двері шафи виводиться світлову сигналізацію про стан блоків живлення (автоматів), розміщених всередині шафи.

Таблиця 10.

Специфікація на платформу автоматизації

/п	Найменування і технічна характеристика обладнання	Тип, марка, модель	С д. в им.	Кі- лькість
	Процесор	TSX P573634M	Ш т.	1
	Карта пам'яті стандартна	TSX MRP 064P	Ш т.	1
	Карта пам'яті розширення	TSX MFP 064P	Ш т.	1
	Модуль дискретного введення	TSX DEY 16D2	Ш т.	1

/п	Найменування і технічна характеристика обладнання	Тип, марка, модель	С д. в им.	Кі- лькість
	Колодка клемна	TSX BLY 01	II т.	1
	Модуль дискретного виводу	TSX DSY 32T2K	II т.	1
	Колодка Telefast 2	ABE-7H16F43	II т.	2
	Кабель підключення	TSX CDP 303	II т.	2
	Модуль аналогового введення	TSX AEY 1614	II т.	3
0	Колодка Telefast 2	ABE-7CPA12	II т.	3
1	Модуль аналогового введення	TSX AEY 1600	II т.	5
2	Колодка Telefast 2	ABE-7CPA03	II т.	1 0
3	Кабель підключення	TSX CAP 030	II т.	1 6
4	Захисні кришки	TSX RKA 02	II т.	1
5	Симулятор входів / виходів	ABE-7TES160	II т.	1

/п	Найменування і технічна характеристика обладнання	Тип, марка, модель	С д. в им.	Кі- лькість
6	Шасі	TSX RKY 12 EX	Ш т.	1
7	Шасі	TSX RKY 4 EX	Ш т.	1
8	Модуль блоку живлення	TSX PSY 5500M	Ш т.	1
9	Модуль блоку живлення	TSX PSY 2600M	Ш т.	1
0	Батарея харчування	TSX PLP 01	Ш т.	1
1	Модуль блоку живлення	TSX SUP 1051	Ш т.	3
2	Кабель для гірляндного ланцюга	TSX CBY 010	Ш т.	1
3	Термінатори лінії	TSX TLY EX	Ш т.	1
4	Шафа з передньою і задньою дверима	Sar60281	Ш т.	1
5	Програмне забезпечення контролера Premium (один комплект для всього COT).	TLX CD PL7P P44M	Ш т.	1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ІА371В.010БАК.00х ПЗ

АркVШ

70

Структурна схема контролера приведена на рис. 16. Одним з основних елементів автоматизованих систем управління технічними процесами є технологічне забезпечення або комплекс технічних засобів (КТЗ), які забезпечують виконання всіх функцій і поєднують в своєму складі сукупність обчислювальних, управляючих пристроїв управління, передачі даних, приладів, датчиків і виконавчих пристроїв.

За допомогою комплексу технічних засобів здійснюється вимір потоків технологічних середовищ, вихідних змінних процесів, технологічних параметрів стану.

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Арк.УШ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

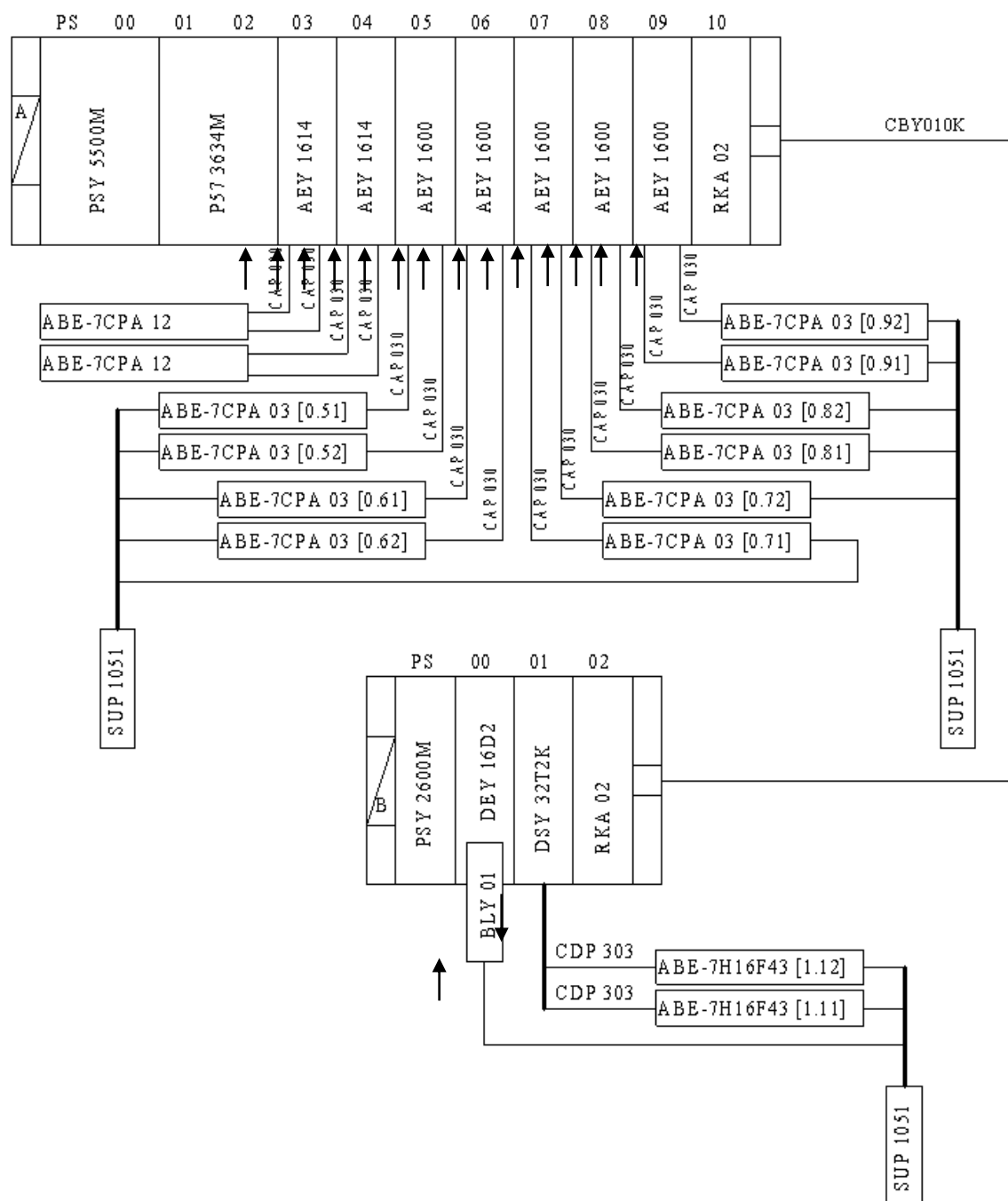


Рис. 16. Структурна схема контролера

Шафа управління призначений для збору, перетворення і видачі сигналів управління нагрівом процесу термічної обробки трансформаторної сталі в колпакових печах електричного нагріву. Кількість керованих печей вісім. В автоматичному режимі роботи системи, управління технологічним процесом

здійснюється від робочої станції і сервера WinCC®, реалізованих на базі персональних комп'ютерів. Зв'язок з шафою керування здійснюється по мережі Ethernet.

Технічні характеристики шафи управління:

- Ступінь захисту шафи - IP55
- Габаритні розміри - 1800x1000x800
- Кількість дискретних сигналів: вхідних - до 16;
вихідних - до 32.
- Характеристика вхідних дискретних сигналів: напруга - 24 VDC;
ток - 3,5 mA.
- Характеристика вихідних дискретних сигналів: напруга - 24 VDC;
ток - 0,1 A.
- Кількість аналогових вхідних сигналів до - 104: термopара до - 32;
струмові до - 72.

Розглянемо вміст контролера докладніше. Зовнішній вигляд контролера наведено на рис. 17.



Рис. 17. Контролер "Premium" TSX в зборі

- Процесори TSX P573634M системи автоматизації Premium керують усім ПЛК, що складається з модулів дискретного вводу-виводу, модулів аналогового

входу-виходу і спеціалізованих модулів, які можуть розташовуватися на одній або декількох шасі, підключених до шини bus X або field bus. Поставляються процесори різних типів, продуктивність залежить від моделі. Основні характеристики процесора TSX P573634M:

- • 16 розширюваних шасі (TSX RKY EX);
- • 1024 розташованих на шасі дискретних входів-виходів (шина BUS X);
- • 248 віддалених дискретних входів-виходів (шина FIPIO);
- • 128 аналогових входів-виходів (16-bit ізольовані);
- • 24 спеціалізованих каналу;
- • Зовнішня шина: Profibus, Modbus plus;
- • Об'єм вбудованої пам'яті RAM: 80000 слів;
- • Час виконання інструкцій: стандартної логічної - 0,25 мс, цифровий - 0,37 мс, з плаваючою комою - 64 мс
- • Розширюється пам'ять за допомогою PCMCIA-плати пам'яті (RAM або flash EPROM).
- • Годинник реального часу;
- • Харчування 24 - 48 В постійної напруги (50 Вт);
- • Маса: 0,38 кг;

Режими зв'язку:

- через порт термінала (символьний режим): 2 порту терміналу (TER і AUX), які забезпечують одночасне підключення декількох пристроїв (зазвичай це програматор і термінал з людино-машинним інтерфейсом);

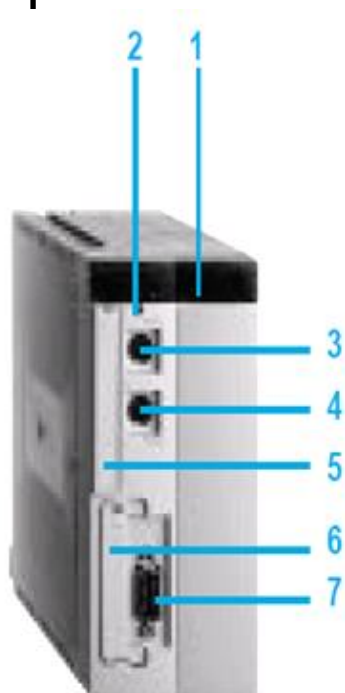
- зв'язок через PCMCIA-плату типу III: роз'єм, в який можуть встановлюватися різні плати зв'язку (Fipway, Modbus Plus. Fipio Agent. Uni-Telway. Modbus / Jbus, модем, послідовний канал зв'язку);

- зв'язок через 9-контактний з'єднувач SUB-D (тільки на процесорах TSX P57 - 52м): цей соединитель дозволяє використовувати ПЛК в якості адміністратора шини Fіріо.

Розробка програми здійснюється за допомогою програми PL7 Junior / Pro в середовищі Windows XP. У числі іншого, вона забезпечує наступні можливості:

- чотири мови програмування: Grafset, мова сходовій логіки, мова структурованого тексту і мова списку інструкцій.
- багатозадачна структура програм: головне завдання, швидка завдання і обробка подій
- зміна програми на етапі виконання (зміна в режимі реального часу).

Процесор TSX P573634М зображений на рис. 18.

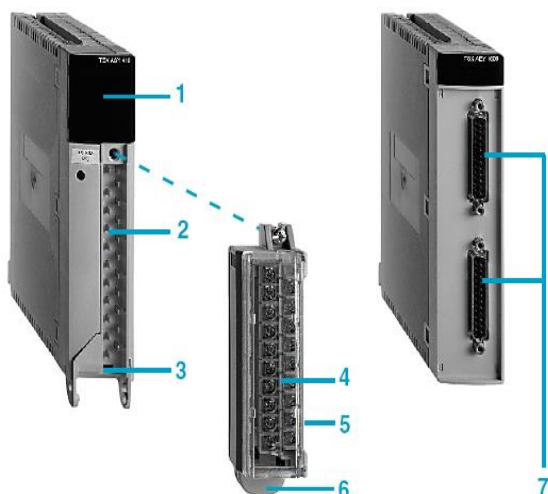


- 1) Індикаторний блок з 5 індикаторами:
- 2) кнопка RESET для холодного перезапуску включеного ПЛК
- 3) порт терміналу TER використовується для підключення програматора або конфігуратора
- 4) порт терміналу AUX використовується для підключення периферійних пристроїв
- 5) роз'єм для PCMCIA-плати розширення пам'яті
- 6) роз'єм для PCMCIA-плати зв'язку
- 7) 9-контактний з'єднувач SUB-D для зв'язку з адміністратором шини Fіріо.

Рис. 18 Процесор TSX

Простір пам'яті ПЛК Premium утворене внутрішньою пам'яттю RAM, призначеної для загрузки додатки (даних, програми і констант), що розширюється PCMCIA-платою пам'яті, яка служить для завантаження програми і констант, а також (у деяких моделях) для збереження файлів і символів різних об'єктів додатків.

Модулі аналогового вводу (рис. 19) для ПЛК Premium оснащені двома 25-контактними з'єднаннями SUB-D (TSX AEY 1600/1614).



1. Блок індикації та діагностики модуля.

2. З'єднувач для гвинтової клемної колодки.

3. Поворотна опора з пристосуванням для розміщення колодки на модулі.

4. Сумний гвинтовий клемник TSX BLY для прямого під'єднання датчиків і виконавчих пристроїв до входів-виходів.

5. Шарнирна кришка для доступу до гвинтів клемної колодки і етикетки з позначенням.

6. Ключ, що запобігає неправильну установку гвинтовий клемної колодки

7. 25-контактний з'єднувач SUB-D для підключення датчиків.

Рис. 19 Модулі аналогового вводу

Модулі можна встановлювати в будь-який слот на шасі TSX RKY, крім слотів, зарезервованих для модулів блоків живлення. Модулі аналогового вводу-виводу можна знімати при включеному харчуванні ПЛК. Максимальна кількість аналогових каналів в конфігурації Premium залежить від використовуваного процесора. Модулі аналогового вводу TSX AEY 1600 є модулями аналогового введення високого рівня з 16 входами. Разом з датчиками або перетворювачами модулі виконують функції контролю, вимірювання і управління в безперервних технологічних процесах.

Залежно від обраної конфігурації модулі TSX AEY 1600 забезпечують наступні діапазони по кожному з входів: ± 10 В, 0 - 10 В, 0 - 5 В, 1 - 5 В, 0 - 20 мА, 4 - 20 мА.

Функції модулів:

- Сканування вхідних каналів, захист від перенапруги, адаптація сигналів аналогової фільтрацією, сканування шляхом статичного мультиплексування.
- Адаптація по вхідним сигналам: вибір посилення, корекція дрейфу.
- Оцифровка сигналів: 12-бітове аналого-цифрове перетворення на TSX AEY 1600.
- Перетворення вхідних вимірювань в призначений для користувача формат: коефіцієнт перекалібрування, фільтрація, масштабування.
- Моніторинг модуля: тест ланцюгів перетворення, тест виходу за межі діапазону, тест наявності клемної колодки, сторожовий тест.
- Ізоляція вхідних каналів на TSX AEY 1600.
- Швидка обробка входів (1 мс) на TSX AEY 1600.

Модулі аналогового вводу TSX AEY 1614 - є модулями багатодіапазонного введення з 4 ізольованими одна від одної каналами з 16 входами термопар.

Залежно від обраної конфігурації є наступні діапазони по кожному з входів модуля:

- термопари В, ,Е, J, K, L, N, R, S, Т и U або електричний сигнал від - - 13 мВ до + 80 мВ;
- 2- або 4-дротовий датчик температури Pt 100. Pt 1000. Ni 1000 або сигнал: 0-400 Ом. 0-3850 Ом;
- сигнал високого рівня ± 10 В, 0-10 В, ± 5 В, 0-5 В (0-20 мА з зовнішнім шунтом) або 1-5 В, 4-20 мА (4-20 мА з зовнішнім шунтом).

Функції модулів:

- Оцифровка входних сигналів;
- Сканування входних каналів, вибір посилення по входньому сигналу, мультиплексування;
- Перетворення входних вимірювань в призначений для користувача формат: коефіцієнт перекалібрування, лінеаризація, компенсація холодного спаю, фільтрація, масштабування;
- Моніторинг модуля: тест ланцюгів перетворення, тест виходу за межі діапазону, тест наявності клемної колодки, тест зв'язку з датчиком, сторожовий тест.

Модулі дискретного вводу-виводу TSX DEY16D2 і TSX DSY 32T2K (рис. 20) стандартної ширини (1 посадочне місце) в пластиковому корпусі, що забезпечує захист всіх електронних компонентів по класу IP 20. Дискретні сигнали АСУ термічними процесами надходять на блоки АВЕ-7Н16F43 системи TELEFAST 2, які забезпечують віддалене розташування блоків підключення (клемних колодок) относительно модулів введення / виведення дискретних сигналів. Блок АВЕ-7Н16F43 забезпечує захист бистроплавкім запобіжником кожний вхід.

					ІА371В.010БАК.00х ПЗ	Арк.11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

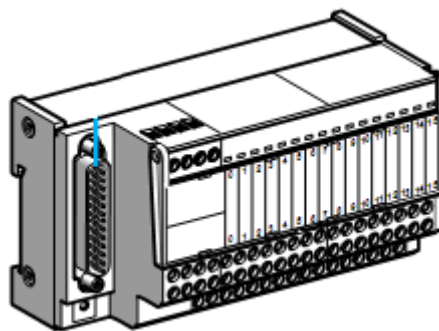


Рис. 20. Модулі

системою швидкого мон-

тажу Telefast 2

Призначення системи швидкого монтажу Telefast 2:

- розподіл 16 каналів по гвинтовим клем
- захист харчування датчиків
- цілісність струмового петлі при від'єднанні
- захист від перенапруги
- має датчик температури для зовнішньої компенсації холодного спаю (для термопар).

Модулі введення дискретних сигналів забезпечуються діагности-тичними функціями: оповіщення про будь-якому збої обміну даними, об-наруженіє короткого замикання і перевантажень. Розрядність всіх дискретних сигналів дорівнює одному біту. Періодичність зміни дискретних сигналів визначається сі-туаційним управлінням технологічного процесу.

Призначення входів-виходів: у функціональному плані кожен модуль поділяється на групи по 8 каналів. Кожну групу каналів можна задіяти під конкретну прикладну задачу.

Скидання виходів: вихід, спрацював внаслідок збою, можна скинути за відсутності інших збоїв на клеммах даного виходу. Задані в конфігурації команди скидання можуть подаватися автоматично (скидання через кожні 10 с) або під управлінням програми. Скидання здійснюється групами по 8 каналів. Ця фун-

кція доступна для модулів з транзисторними виходами постійного струму. У модулів з релейними виходами або симисторами із захистом плавкими запобіжниками аналогічний скидання (автоматичний або програмний) необхідний після заміни одного або декількох запобіжників.

Команда RUN / STOP: вхід може конфігуруватися для управління режимами RUN / STOP ПЛК. Виявлення команди здійснюється по передньому фронту. Команда STOP на вході має більш високий пріоритет, ніж перемикач на вхід в режим RUN з терміналу або по команді з мережі.

Аварійний режим виходів: при переході додатки в режим STOP виходи можуть встановлюватися в режим, що не представляє небезпеки для додатка. Цей режим, званий аварійним, задається для кожного модуля при конфігуруванні виходів. Є такі опції конфігурації:

аварійний режим: канали встановлюються в стан 0 або 1 в залежності від зазначеного значення аварійного режиму.

Діагностичні функції:

- діагностика модуля: оповіщення про будь-якому збої обміну даними, що перешкоджає нормальному функціонуванню модуля виводу або модуля швидкого введення. Подібним чином здійснюється індикація всіх внутрішніх збоїв модуля.

- діагностика техпроцесу: контроль напруги датчиків і виконавчих пристроїв, контроль наявності клемної колодки, виявлення короткого замикання і перевантаження, контроль напруги датчиків і виконавчих пристроїв.

Спеціальні функції входів модулів TSX DEY 16D2:

- фіксація стану: дозволяє виявляти особливо короткочасні імпульсні сигнали, тривалість яких менше тривалості циклу сканування ПЛК.

- входи обробки переривань: забезпечують фіксацію і негайну обробку подій (обробку переривань). Ці входи асоціюються з обробкою переривань (EVTi). Їх параметри визначаються в режимі конфігурації, при цьому:

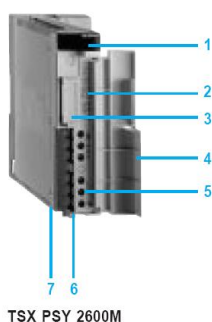
- i = від 0 до 31 у процесорів TSX/T PMX/T PCX 57-10. i = від 0 до 63 у процесорів TSX/PMX 57-20, 57-30 або 57-40 і PCX 57-30. Запуск обробки переривань може відбуватися по передньому (0 \rightarrow 1) або задньому (1 \rightarrow 0) фронту відповідного входу. В режимі on-line у модулів TSX DEY 16FK / DMY 28 FK забезпечуються функції маскування і демаскування входів.

- програмована фільтрація входів: входи оснащені фільтрами, конфігуруються окремо по кожному каналу. Фільтрація входів здійснюється за допомогою фіксованого аналогового фільтра, що забезпечує максимальний захист 0.1 мс при фільтрації перешкод на лінії і цифрового фільтра, що налаштовується в діапазоні від 0.1 до 7.5 мс з кроком 0,5 мс.

Рефлексна функція і таймер модуля TSX DMY 28RFX: забезпечує виконання програм, для яких необхідно швидкодію, що перевищує швидкість виконання швидкої завдання або обробку переривань (менше 500 мкс). Ці функції системи управління виконуються на рівні модуля і не асоціюються з завданням ПЛК. вони програмуються за допомогою програми PL Junior / Pro в режимі конфігурації.

Гаряче від'єднання: завдяки інтегрованій конструкції модулів вводу-виводу (включаючи спеціалізовані модулі) їх можна встановлювати і витягувати під напругою.

Модулі блоків живлення (рис. 21) TSX PSY 2600м і 5500м забезпечують харчування всіх шасі з встановленими на них модулями. Вибір модуля харчування здійснюється в залежності від напруги електромережі: 24 В пост,



			ІА371В.010БАК.00х ПЗ	Архив
				81
	Підпис	Дата		

струму, від 24 до 48 В пост. струму, від 100 до 120 В змінного струму, від 200 до 240 В змінного струму.

- 1) індикаторний блок
- 2) Кнопка скидання RESET під кінчик авторучки для горя-чий перезавантаження додатки
- 3) Роз'єм під батарею для захисту внутрішньої РАМ про-цессора
- 4) Захисна кришка передньої панелі модуля
- 5) Гвинтові клеми для підключення електроживлення, контакту сигнального реле, харчування датчика для заживлення змінним струмом
- 6) Отвір для кабельного хомута
- 7) Плавкий запобіжник, розташований під нижньою поверхнею модуля і забезпечує захист напруги 24 В (VR) неізовованого блоку пі-тання постійного струму TSX PSY первинної напруги інших джерел піта-нія.
- 8) Перемикач напруги 110/220 В

Рис. 21. Модулі блоків живлення

6.3. Вибір апаратних засобів локальних мереж і протоколів їх взаємодії

Інформаційний обмін між компонентами системи здійснюється за допомогою застосування локальних мереж обміну даними. В окремих випадках для інформаційного обміну даними допускається використання дискретних і аналогових сигналів. Конкретна структура комплексу технічних засобів, види

використовуваних локальних мереж, а так же рівні електричних сигналів завжди визначаються на стадії проектування при розробці рішень з технічного забезпечення.

1) Механізми, датчики нульового і контролери першого рівня здійснюють інформаційний обмін за допомогою дискретних сигналів релейно-комутаційної апаратури і аналогових сигналів перетворювачів.

2) Перший і другий рівні об'єднані мережею Modbus Plus (PCMCIA карти мережі Modbus Plus, TSX MBP 100 і (модуль) 416NHM30030.

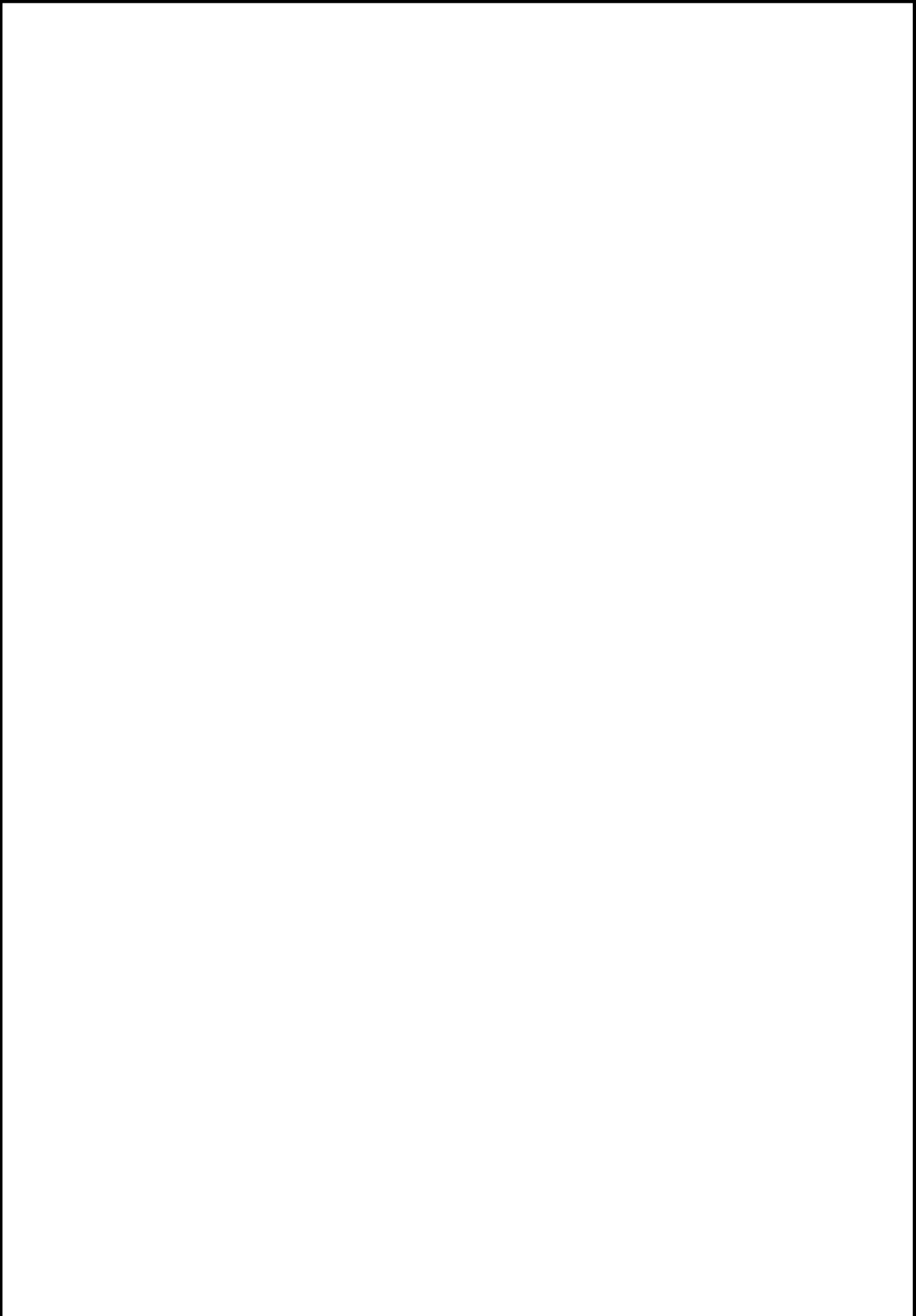
3) Структура програмного забезпечення АСУ ТП СОР передбачає використання на різних інформаційних рівнях свої операційні системи, які об'єднуються в єдину інформаційну мережу, використовуючи для цієї мети мережевий протокол Ethernet TCP / IP. АРМ АСУ ТП СОР об'єднані мережею Ethernet (карти (модулі) Fast Ethernet 3Com 905C-TX-NM PCI 10 / 100Mb).

Оскільки протяжність мережі Ethernet між АРМ досить значна (сотні метрів) і схильна до сильного впливу електромагнітних полів, то реалізація її заснована на волоконно-оптичній магістралі.

В процесі функціонування система управління «АСУТП високотемпературного відпалу в колпакових печах ПТС» здійснює взаємодію з обчислювальним комплексом «Система слідкування за металом ПТС».

Для цієї мети в ПТС реалізований механізм перенесення діаграм відпалу партій металу з їх прив'язкою до результатів обробки прокату на термічному ділянці в базу даних ССМ ПТС за допомогою програми-шлюзу «LPC2NovellGate».

Отримання інформації з АСУТП СОР виконується періодично, кожні 60 секунд. При цьому здійснюється перетворення формату даних і заповнення таблиці бази даних ССМ ПТС (P_VTO_ANNEALING_CURVE).



					ІА371В.010БАК.00х ПЗ	Арк.Ш
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

7.1. Вибір операційної системи

Серверне програмне забезпечення включає в себе:

- операційну систему Windows 2000 Professional (включаючи конфігурований відповідним чином протокол TCP / IP);
- OPC-сервер;
- серверну частину проекту на базі WinCC v. 5.1;

Програмне забезпечення всіх АРМ системи функціонує під управлінням системного програмного забезпечення, що включає в себе:

- операційну систему Windows 2000 Professional (включаючи конфігурований відповідним чином протокол TCP / IP);
- серверна частина проекту на базі WinCC v. 5.1;
- виконуючого середовища клієнтської частини проекту WinCC v. 5.1.

Компоненти інсталяції прикладного ПО для всіх робочих місць включають такі програмні продукти:

- SQL - скрипти для створення об'єктів баз даних (таблиць, оглядів, збережених процедур, функцій і пакетів);
- програмні модулі ORACLE Developer, що реалізують функції АРМ (екранні форми, звіти);
- програмні модулі ОСХ компонентів;
- SQL - скрипти для створення користувачів і їх ролей;
- конфігураційні файли і ярлики.

Види носіїв вихідного прикладного програмного забезпечення та архівів баз даних системи: CD-ROM.

7.2. Вибір програмного забезпечення контролерів

Програмне забезпечення для контролерів поставляє фірма виробник "заліза" за технічними умовами замовника. Програмне забезпечення виконується на чотирьох мовах програмування [15].

Мова сходовій логіки (LD) відповідає стандарту ІЕС 61131-3. Структура секції LD відповідає ступені для релейного перемикання. Ліва шина живлення розташована в лівій частині редактора LD і відповідає фазі (L - ladder) ступені. Права шина харчування відповідає нейтралі. Однак, всі котушки і виходи FFB пов'язані з нею прямо або побічно, і це створює потік харчування. Група об'єктів, які пов'язані один з одним один під іншим і не мають зв'язків з іншими об'єктами (виключаючи, шину харчування), називається мережею або щаблем (рис. 22).

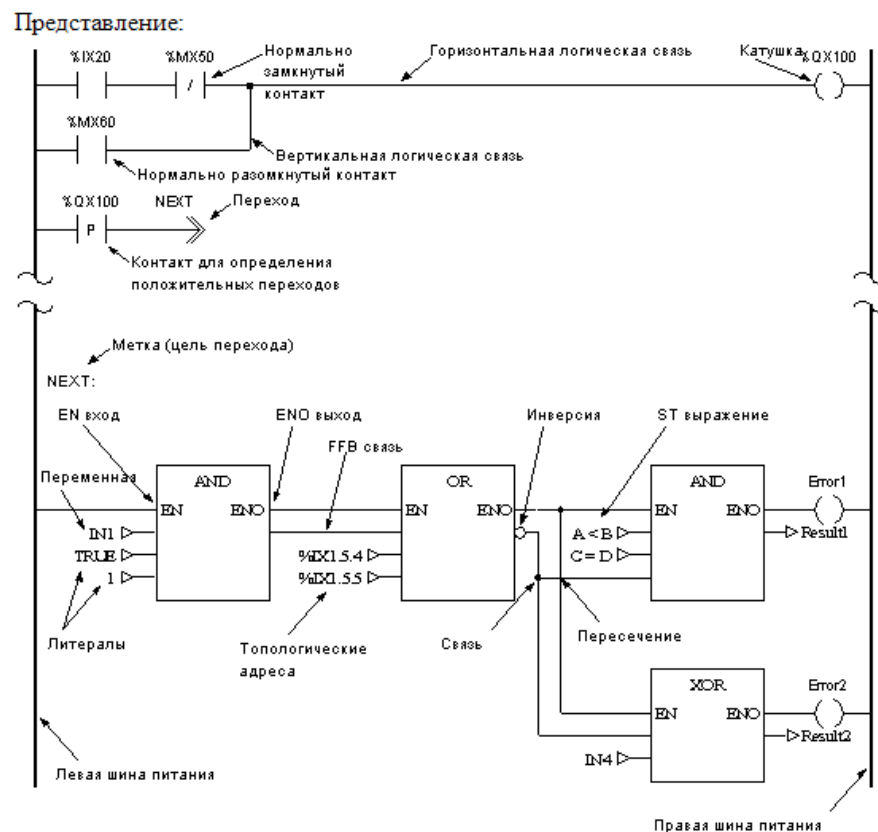


Рис. 22. Пример программы на языке ступенчатой логики

Одна секция LD состоит из окна с одной страницей. Эта страница имеет сетку, которая делит секцию на столбцы и ряды. Для секций LD может быть определено 11-64 столбцов и 17-2000 рядов. Язык программирования LD ориентирован на осередки, например, только один объект может быть размещен в каждом осередке. Последовательность выполнения отдельных объектов в секции LD определяется потоком данных в секции. Мережи, соединенные с левой шиной питания, выполняются сверху вниз (связок с левой шиной питания). Мережи, которые не зависят от одного, выполняются соответственно до положения (сверху вниз). Комментарии к логике секции обеспечены с помощью текстовых объектов.

С помощью языка структурированного текста (ST), возможно вызвать функциональные блоки, выполнять функции и присвоения, условно выполнять инструкции и задания, которые повторяются.

Мова програмування ST працює з "виразами" (рис. 23). Вирази складаються з операторів і операндів, які повертають значення після виконання. Оператори є символами, що відображають операції, які повинні виконуватися. Оператори використовуються для операндів. Операнди - це змінні, літерали, входи / виходи FFB і т.п. Інструкції використовуються для присвоювання значень, повернутих з виразів, фактичними параметрами для структурування і контролю виразів.

Довжина рядка інструкції обмежена 300 символами. Довжина секції ST не обмежена в межах середовища програмування. Довжина секції ST обмежена тільки об'ємом пам'яті ПЛК. Обчислення виразу складається з додатка операторів до операндам в послідовності, яка визначена рангом операторів. Оператор з найвищим рангом в вираженні виконується першим, за ним слід оператор з наступним рангом і т.д., поки обчислення не завершено. Оператори з однаковим рангом виконуються зліва направо, як вони записані в вираженні. Ця послідовність може бути змінена використанням круглих дужок..

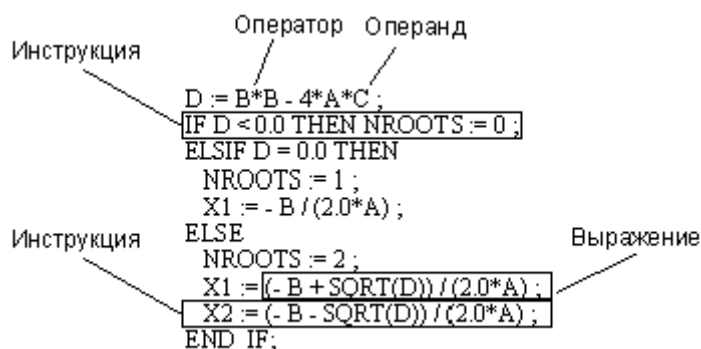


Рис. 23. Мова структурованого тексту

Використовуючи мову програмування списку інструкцій (IL) можна викликати функціональні блоки і функції умовно або безумовно, виконувати при-

своювання і переходи умовно або безумовно в межах секції (рис. 24). ІЛ є, так званим, акумуляторно-орієнтованою мовою програмування, тобто кожна інструкція використовує або змінює поточний вміст акумулятора. Стандарт ІЕС 61131 згадує цей акумулятор як "результат". З цієї причини список інструкцій завжди повинен починатися з LD операнда ("Команда завантаження в акумулятор"). Інструкції порівняння також звертаються до акумулятора. Логічний результат порівняння зберігається в акумуляторі і тому стає поточним вмістом акумулятора.

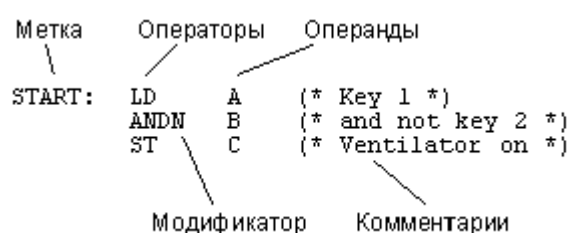


Рис. 24. Мова списку інструкцій.

Редактор FBD використовується для графічного програмування функціональних блоків відповідно до ІЕС 61131-3 (рис. 25). Одна секція FBD складається з вікна з однією сторінкою. У цієї сторінки на задньому фоні сітка. Осередок сітки складається з 10 координат. Осередок сітки це найменша можлива відстань між 2 об'єктами в секції FBD. Мова програмування FBD не є орієнтованим на осередки, але об'єкти вирівнюються по координатам сітки. Секція FBD має 360 горизонтальних координат сітки (= 36 осередків сітки) і 240 вертикальних координат сітки (= 24 комірки сітки). Коментарі до логіки секції можуть бути забезпечені за допомогою текстових об'єктів.

Представление:

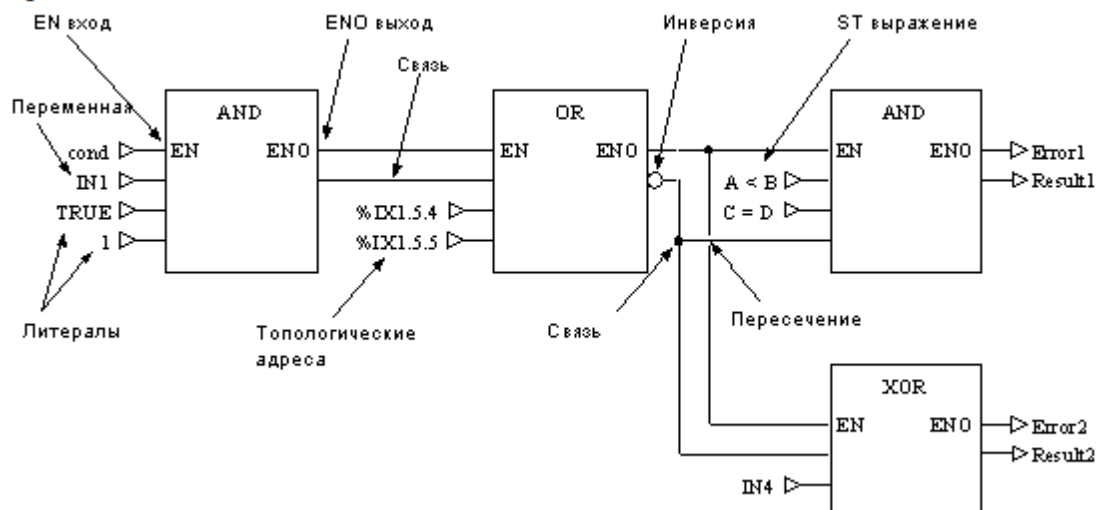


Рис. 25. Мова Function Block Diagram

Прикладне програмне забезпечення контролера служить для контролю і управління нагрівачами ковпаків і стендів і керування електроприводами засувок витрати газів і тиску під ковпаком.

Програмне забезпечення контролера призначене здійснювати:

- опитування каналів вхідних сигналів;
- контроль параметрів техпроцесу;
- видачу керуючих впливів;
- передачу зібраної інформації в SCADA-систему верхнього рівня;
- передачу зібраної інформації в контролер верхнього рівня;
- отримання інформації від SCADA-системи необхідної для зміни параметрів управління техпроцесом (тому що управління оператором, уставки для регуляторів, зміна констант, і т.д.);
- отримання інформації від контролера верхнього рівня необхідної для управління техпроцесом (режими відпалу, час початку відпалу).

Додаток являє собою основне завдання (MAST), яка виконується циклічно. Програма логічно розділена на наступні модулі:

1. Програма введення даних VVOD;
2. Програма вибору режиму відпалу REGIM;
3. Програма регулювання в зонах REGUL і Fuzzy_Reg для температурного контролера;
4. Програма аналізу завантаження трансформаторів TRANSFORMATOR для температурного контролера;
5. Програма аналізу і обробки аварійних ситуацій KONTR;
6. Програма контролю готовності стенда до відпалу PROV;
7. Програма виведення управляючих впливів під керівництвом оператора RYCH_VIVOD;
8. Програма виведення управляючих впливів в автоматичному режимі VIVOD;
9. Програма виведення даних в інший контролер OBMEN.

Прикладне програмне забезпечення виконується процесором ПЛК Premium TSX P573634M. Розробка, модифікація і передача програм в контролер, здійснюється з використанням програмного забезпечення Unity Pro, який функціонує на ПЕОМ під управлінням операційної системи Windows 2000. Зв'язок ПЕОМ і ПЛК здійснюється через термінальний порт або через мережу контролерів.

Запуск програми здійснюється при включенні контролера або при переході контролера в стані RUN в разі холодного перезапуску.

Вхідними даними є сигнали зовнішніх джерел (датчики, виконавчі механізми і т.п.), режими і час початку відпалу, ознака ручного або автоматичного регулювання, аварійні кордону сигналів.

Вихідними даними є керуючі сигнали на включення або виключення виконавчих механізмів і ознаки аварійної сигналізації.



Рис. 26 Машинный цикл контролера

З причини великого обсягу програмного забезпечення в проєкті наводиться фрагмент програми - логічна частина програми вибору режиму відпалу REGIM::

```

ve := INT_TO_REAL(REAL_TO_INT(errs[N_CTENDA][un] -
errs[N_CTENDA][un+3]));
e := INT_TO_REAL(REAL_TO_INT(errs[N_CTENDA][un]));
cmbn := pars[N_CTENDA][6+un];
nul := cmbn;
  
```

```

(*)
ve := INT_TO_REAL(REAL_TO_INT(ve));
e := INT_TO_REAL(REAL_TO_INT(e));
*)
(* якщо сушка, то до 720 гр.С ШИР не включати принципово *)
if ((PR_REGIM[N_CTENDA] = 7) and (TEM_ZAD[N_CTENDA] < 720))
then
    pars[N_CTENDA][15+un] := 1;
else
    (* перевірка на вимикання ШИР *)
    if (not(e >= INT_TO_REAL(par_r[N_CTENDA][un*12+3]) and
        e <= INT_TO_REAL(par_r[N_CTENDA][un*12+4]) and
        ve >= INT_TO_REAL(par_r[N_CTENDA][un*12+7]) and
        ve <= INT_TO_REAL(par_r[N_CTENDA][un*12+10]))) then
        (* при виході з ШИР запам'ятовуємо останню комбінацію, ізменнення
на одиницю *)
        if (pars[N_CTENDA][15+un] = 2) then
            if (e < 0.0 and pars[N_CTENDA][12+un] > 3) then
                pars[N_CTENDA][12+un] := pars[N_CTENDA][12+un] - 1;
            end_if;
            if (e > 0.0 and pars[N_CTENDA][12+un] < 9) then
                pars[N_CTENDA][12+un] := pars[N_CTENDA][12+un] + 1;
            end_if;
        end_if;
        pars[N_CTENDA][15+un] := 1;
    end_if;
end_if;

```



```

end_if;
if (pars[N_CTENDA][15+un] = 1) then
    (* ---- регулятор за відхиленнями (МІР) ---- *)
    RPMP_MPR(INT_TO_BYTE(un),e,ve,1,N_CTENDA,par_r);
    nu1 := REAL_TO_INT(RPMP_MPR.result);
    if ((nu1 <> 6) and (nu1 <> 1)) then
        cmbn := nu1;
    end_if;
    if (nu1 = 6) then
        pars[N_CTENDA][15+un] := 2;
        cmbn := pars[N_CTENDA][12+un];
    end_if;
    pars[N_CTENDA][6+un] := cmbn;
    (* выход из регулятора!!! *)
else
    (* ---- широтно-імпульсний регулятор (ШІР) ---- *)
    RPMP_SHIR(INT_TO_BYTE(un),e,ve,2,N_CTENDA,par_r);
    nu2 := REAL_TO_INT(RPMP_SHIR.result);
    if (((cmbn > 3) and (nu2 < 0)) or ((cmbn < 9) and (nu2 > 0))) then
        cmbn := nu1 + nu2;
    end_if;
    (* повертаємо значення *)
    pars[N_CTENDA][6+un] := cmbn;
    pars[N_CTENDA][12+un] := cmbn;
end_if;

```

7.3. Структура взаємодії програмних модулів

Комплекс програм АСУ ТП СОР, що становить програмне забезпечення серверів агрегатного рівня і робочих станцій, призначений для:

- обробки і подальшого зберігання інформації, що надходить від першого інформаційного рівня системи;
- виконання на основі даної інформації різних видів статистичної звітності
- візуалізації технологічного процесу (організація людино-машинного інтерфейсу);
- інформаційного супроводження технологічного процесу.

Програмне забезпечення АСУ ТП СОР, можна розбити на дві категорії:

- системне програмне забезпечення;
- прикладне програмне забезпечення.

До системного програмного забезпечення відносяться:

1. Операційна система Microsoft (R) Windows 2000 Server.
2. Операційна система Microsoft (R) Windows 2000 professional (workstation). Рекомендується робота з російськомовною версією даної операційної системи. При роботі з англomовною версією можливі відсутні незручності, пов'язані з чужорідної мовним середовищем (некоторые системні повідомлення, діалоги та ін.).
3. SP3 / SP4 - пакет оновлень для операційної системи Windows 2000 professional.
4. Microsoft (R) Internet Explorer версії 5.0 (російськомовний варіант). Бібліотеки динамічного компонування, що поставляються в складі даного компонента, необхідні для роботи багатьох системних модулів і служб.

До прикладного програмного забезпечення стосовно до сервера агрегатного рівня відносяться:

1. OPC - сервер "Schneider-Automation OFS" - орієнтований на роботу з контролерами, виробленими «Schneider Electric». Необхідний для організації доступу до даних, що знаходяться в контролерах.

2. WinCC Windows Control Center V 5.1 + SP1, що поставляється на дис-трибутивному CD «RCMAX» (64K POWER TAGs). Для роботи власне самої системи необхідна наявність RT-компонентів пакета, для роботи середовища розробки WinCC Explorer - наявність RC- компонентів. Необхідний склад па-кета вказується при установці WinCC.

3. Sybase 7 - система управління базами даних. Необхідна для роботи з інформацією проекту, як конфігураційною, так і архівною. Автоматично вста-новлюється разом з пакетом WinCC.

4. WinCC / SERVER for Version 5.1. - опціональний пакет WinCC для організації архітектури Client - Server. Дозволяє реалізувати можливість ек-сплуатувати кілька скоординованих станцій управління і контролю, пов'язаних з об'єднаними в мережу системами автоматизації.

5. WinCC / USER ARCHIVE for Version 5.1, - опціональний пакет WinCC для організації архівів користувача. Цей вид архівів дозволяє зберігати інфор-мацію користувача в базі даних виконуваного проекту АСУ ТП СОР в форматі записів зі вільно структурованими наборами даних.

6. Додаткові програмні компоненти. У їх якості виступають наступні модулі: • winccjwb. ocx - компонент, який реалізує функціональність браузера Internet Explorer у вигляді OCX-компонента. Необхідний для нормальної робо-ти генератора звітних документів, пред-складових собою HTML-файли. Необ-хідно вибрати при встановленні пакета WinCC і проекти серверної частини

АСУ ТП СОР - SRV_KRP1-SRV_KRP4. Дані проекти є набором файлів, створених за допомогою середовища програмування WinCC.

До прикладного програмного забезпечення стосовно до робочих станцій відносяться:

1. WinCC Windows Control Center V 5.1 + SP1, що поставляється на дистрибутивному CD «RUNTIME 128» (128 POWER TAGs).

2. Додаткові програмні компоненти: wincc_wb.osx - компонент, який реалізує функціональність браузера Internet Explorer в відеОСХ-компонента. Необхідно вибрати при установці пакету WinCC, проекти клієнтської частини АСУ ТП СОР в складі: Client1_KRP1 - проект АРМ оператора-технолога АСУ ТП СОР, стосовно КРП №1; Client1_JKRP2 - проект АРМ оператора-технолога АСУ ТП СОР, стосовно КРП №2; Client1_KRP3 - проект АРМ оператора-технолога АСУ ТП СОР, стосовно КРП №3; Client1_JKRP4 - проект АРМ оператора-технолога АСУ ТП СОР, стосовно КРП №4; Client2_HTA - проект АРМ майстра СОР; Client3_HTA - проект АРМ майстра КВП; Client4_HTA - проект АРМ змінного електромеханіка.

Комплекс програм сервера і робочих станцій АСУ ТП СОР є проектами WinCC. Дані проекти представляють собою набір файлів (проекти), створені за допомогою середовища програмування WinCC і розташованих в однойменних каталогах на відповідному комп'ютері. Відповідно до функціонального призначення, склад папок функцій проекту для серверних і клієнтських проектів АСУ ТП СОР різний. Для серверних проектів (SRV_KRP1- SRV_KRP4) визначено наступний склад папок функцій проекту:

1. Common - містить функції проекту загального призначення;
2. Funusar - містить функції проекту для роботи з компонентом User Archive;

3. Tagscomm - містить функції проекту, використовувані при визначенні характеристик конкретного параметра (тега).

Для клієнтських проектів АРМ операторів-технологів (Client1_KRP1-Client1_KRP4) визначено наступний склад папок функцій проекту:

1. Common - містить функції проекту загального призначення;
2. Report - містить функції проекту, використовувані при формірованні технологічного рапорту;

3. Tagscomm - містить функції проекту, використовувані при визначенні характеристик конкретного параметра (тега).

Для клієнтських проектів АРМ загального призначення (Client2_HTA - армия майстра COT; Client3_HTA - АРМ майстра КВП і А; Client4_HTA - АРМ змінного електромеханіка) визначено наступний склад папок функцій проекту:

1. Common - містить функції проекту загального призначення;
2. Regulators - містить функції проекту, використовувані при роботі з контурами регулювання;

3. Tagscomm - містить функції проекту, використовувані при визначенні характеристик конкретного параметра (тега).

АСУ ТП COT належить до класу систем реального часу; їй необхідна достатня кількість вільних системних ресурсів. Наявність великої кількості сторонніх запущених програм може негативно позначитися на продуктивності системи, від замедлення реакції на дії користувача до збоїв в роботі операційної системи і інших програмних компонентів. Тому в системі основне процесорний час приділяється контролю інформаційних потоків. Всі інформаційні потоки класифікують на чотири види:

1. Інформаційні потоки, що циркулюють між датчиками і виконавчими механізмами, встановленими на об'єктах управління, локальними системами ав-

томатики або лабораторними приладами та програмованими логічними контролерами (ПЛК) технологічного процесу, - припускають наявність інформації, що формується, передається і збирається в автоматичному режимі;

2. Інформаційні потоки, що циркулюють між програмованими логічними контролерами (ПЛК) технологічного процесу і відповідними агрегатними серверами - також припускають наявність інформації, що формується, передається і збирається в автоматичному режимі. Під час виконання проекту, сервер агрегатного рівня (WinCC сервер) грає головну роль по забезпеченню зв'язку процесу з обладнанням об'єкта автоматизації. WinCC сервер виконує обмін даними процесу за допомогою комунікаційних драйверів;

3. Інформаційні потоки, що циркулюють між користувачами другого інформаційного рівня кожного КРП відділення СОР і базою даних відповідного агрегатного сервера, тобто потоки в рамках другого інформаційного рівня одного КРП відділення СОР можна розглядати як багато користувачів систему, що базується на архітектурі клієнт-сервер. Для поновлення необхідних даних процесу, користувачі автоматизованих функцій АСУ ТП СОР (WinCC клієнти) звертаються до WinCC сервера. Сервер розподіляє дані процесу для зберігання в архіві і в системі реєстрації аварійних повідомлень або посилає їх клієнтам WinCC для візуалізації. Після цього клієнти відображають отриману інформацію на екрані процесу або обробляють їх в сценаріях. Організація інформаційних потоків між користувачами автоматизованих функцій (клієнтами) АСУ ТП СОР конкретного КРП відділення СОР і агрегатним сервером цього КРП базується як на інформації, що формується в діалоговому, автоматизованому, що забезпечує введення даних, їх контроль і коригування режимі, так і на інформації, яка збирається автоматично від суміжних автоматизованих підсистем. Основним принципом інформаційної взаємодії бази даних конкретного КРП з ко-

ристувачами автоматизованих функцій АСУ ТП СОР цього КРП є діалоговий автоматизований режим:

- інформація, що вводиться кінцевими користувачами в інтерактивному режимі або збирається автоматично від суміжних підсистем, як вхідна інформація для бази даних;

- і відповідь сервера бази даних на запити користувачів, як вихідна інформація бази даних;

4. Інформаційні потоки, що циркулюють між користувачами другого інформаційного рівня кожного КРП відділення СОР і базами даних агрегатних серверів, тобто потоки в рамках другого інформаційного рівня всіх КРП відділення СОР ПТС можна розглядати як розподілену систему з декількома серверами і Мультиклієнт. У даній розподіленій системі загальне додаток розподілено між декількома серверами відповідно до структури відділення СОР. Завдяки цьому поліпшується оснащеність, а також збільшується продуктивність. Огляд всього проекту забезпечується Мультиклієнт, які мають доступ до даних всіх серверів і можуть представити ці дані як окремо так і комбіновано. Організація інформаційних потоків між користувачами автоматизованих функцій АСУ ТП СОР і базою даних відділення СОР базується на застосуванні серверних пакетів даних, що формуються чотирма серверами SCADA / HMI-системи WinCC.

Опис організації вхідної та вихідної інформації, використовуваної комплексом програм другого рівня АСУ ТП СОР, а також методи кодування цієї інформації є складовою частиною керівництва програміста - досить ємного документа, частково розглянутого в наступній частині.

7.4. Основные руководящие документы

					ІА371В.010БАК.00х ПЗ	Арк.Ш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

Згідно з вимогами результати проектування об'єктів автоматизації завжди оформляються у вигляді робочого проекту. У обов'язковий перелік документів входять:

- відомість проекту;
- Пояснювальна записка;
- опис комплексу технічних засобів;
- схема автоматизації;
- перелік вхідних / вихідних сигналів;
- схеми принципів електричні;
- Специфікація обладнання;
- опис інформаційного і математичного забезпечень;
- опис програм;
- тексти програм;
- керівництво програміста;
- керівництво оператора;
- схема структурна комплексу технічних засобів;

Документація розробляється як на машинних носіях інформації, так і в "твердої" копії. Прикладне програмне забезпечення надається у вигляді завантажувального модуля і вихідних кодів на машинному носії. Перед введенням об'єкта в роботу складаються такі документи:

- Інструкція по експлуатації АРМ оператора-технолога;
- Інструкція по експлуатації АРМ майстра-технолога;
- Інструкція по експлуатації АРМ майстра КВП і А;
- Інструкція по експлуатації АРМ змінного електромеханіка;
- Керівництво адміністратора системи.

У дипломному проекті більший акцент приділяється проектним документам: руководстве програміста і керівництву оператора. Розглянемо їх докладніше.

Керівництво програміста є стандартним видом документа і в ньому описані принципи збору, передачі і зберігання інформації. Опис інформаційного забезпечення автоматизованої системи управління технологічним процесом високотемпературного відпалу анізотропної електротехнічної сталі в колпакових печах ПТС ВАТ «НЛМК» включає опис наступних складових частин:

1. Принципи організації інформаційного забезпечення.
2. Інформаційні потоки.
3. Структура бази даних.
4. Способи зберігання інформації на різних рівнях системи.
5. Розподіл зберігання інформації по обладнанню.
6. Інформаційний обмін між різними рівнями системи.
7. Перевірка достовірності інформації при її вступі до систему.
8. Способи захисту від несанкціонованого доступу до інформації.
9. Опис вхідних та вихідних даних.

Для більш детального розгляду певних аспектів, в ньому робляться посилавання на додаткові текстові документи - зазвичай опису обладнання або програмних продуктів (наприклад, "Опис інформаційного забезпечення"), що додаються до проекту фірмою - виробником обладнання, що постачається.

Керівництво оператора також є стандартним видом документа. Даний документ являє собою керівництво оператора комплексу програм АСУ ТП СОТ. Даний комплекс програм становить програмне забезпечення серверів агрегатного рівня і робочих станцій автоматизованої системи управління технологічним процесом високотемпературного відпалу анізотропної електротехніч-

ної сталі в колпакових печах відділення СОР ПТС. Основними розділами цього документа є:

- Призначення програм.
- Умови виконання програм.
- Виконання програм.
- Повідомлення оператору.

Обов'язковим додатком є перелік індикаторів, сигналів, показчиків і т. П., Які є для оператора важливими.

7.5. Керівництво оператора контролерів

Програма контролерів призначена для управління технологічним процесом високотемпературного відпалу анізотропної електротехнічної сталі. Програма виконується циклічно процесором ПЛК Premium. Запуск програми здійснюється при включенні контролера або при переході контролера в стані RUN в разі холодного перезапуску. В робочому стані програма функціонує без втручання оператора. При зупинці програми через перебої в харчуванні і помилки процесора, програма запускається автоматично після перезапуску ПЛК.

Кожен модуль ПЛК має індикаторні лампи, які дають інформацію про стан ПЛК та роботі програми. 5 індикаторних ламп RUN, TER, I / O, ERR, FIP розташованих на модулі процесора, в залежності від їх стану (відключена, блимає, включена), відображають інформацію про режим роботи ПЛК (табл. 11 - 14):

RUN: ПЛК Run / Stop

ERR: Помилка процесора або додатки

I / O: Помилка I / O (канал або модуль)

TER: Передача даних через термінальний порт

FIP: Передача на FIPIO шині

Таблиця 11. Сигнали модуля процесора ПЛК

Стан Індикатор	Ввімкнено.	Блимає	Відключено.
RUN (зелений)	ПЛК працює нормально	ПЛК в STOP або програмна блокує помилка	ПЛК НЕ налаштований; помилка процесора або системи
ERR (черво- ний)	Помилка про- цесора або системи	ПЛК НЕ на- лаштований; програмна блокує помилка; несправність бата- реї пам'яті; поми- лка на X шині	немає по- милки
I/O (черво- ний)	Помилка I / O на модулі каналу або помилка конфі- гурації	Помилка на X шині	немає по- милки

Таблиця 12. Сигнали модулів дискретних сигналів

Стан Індикатор	Ввімк- нено.	Блимає	Відключе- но.
-------------------	-----------------	--------	------------------

RUN (зелений)	Нормальний режим	—	Помилка модуля або відключення живлення
ERR (червоний)	Внутрішня помилка	Помилка зв'язку, якщо RUN включений	немає помилки
I/O (червоний)	Внутрішня помилка	Несправність термінального порту	немає помилки
0...i	Канал в стані 1	Несправність каналу	Канал в стані 0

Таблиця 13. Сигнали модулів аналогових сигналів

Стан Індикатор	Ввімкнено.	Блимає	Відключено.
RUN (зелений)	нормальний режим	—	Помилка модуля або відключення живлення
ERR (червоний)	Внутрішня помилка відмова модуля	Помилка зв'язку, якщо RUN включений	немає помилки

I/O (червоний)	Зовнішня помилка: - вихід за діапазон - помилки зв'язку датчика (модуль TSX AEY 410)	Несправність термінального блоку	немає зовнішньої помилки
-------------------	---	----------------------------------	--------------------------

Таблиця 14. Сигнали модулів блоків живлення

Стан Індикатор	Ввімкнено.	Бл имає	Відключено
OK	нормальний режим	—	Модуль відключений або вхідна напруга поза допустимих меж
BAT	Помилка	—	нормальний режим
24V	нормальний режим	—	Напруга датчика 24В поза допустимого діапазону

Стан ПЛК (рис. 27) і модуля при першому включенні харчування. Стан ПЛК: при включенні харчування процесор виконує самотестування і очікує передачу додатки. Різні стани процесора відображаються індикаторами на дисплейному блоці RUN,

ERR, I / O і ін. Наведена схема показує процедури, які потрібно виконувати при початковому запуску в залежності від стану індикаторних ламп.

ПЛК може перебувати в наступних станах:

1) Процесор ПЛК виконує внутрішнє самотестування. ПЛК не керує процесом і не може зв'язуватися через термінальний порт (або мережі). Цьому стану відповідає миготіння 3 індикаторних ламп RUN, ERR і I / O.

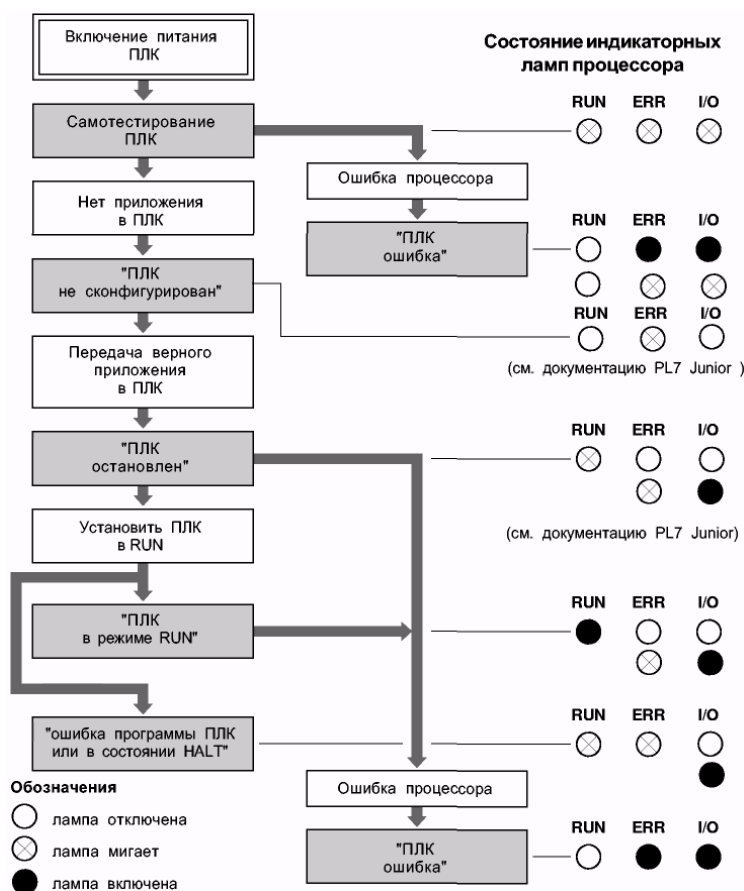


Рис. 27. Опис станів ПЛК

2) "Помилка (error) ПЛК". Процесор зупинений внаслідок:

- апаратного відмови або системної помилки. Немає управління процесом, зв'язок неможлива і тільки можливий холодний рестарт (натисніть кнопку RESET на процесорі, перемістіть ручку картки з пам'яттю, і ін.). це супроводжується

вимиканням індикатора RUN і включенням індикаторних ламп ERR і I / O.

- помилки монтажу на X - шині: Шибка виявляється процесором в процесі самотестування, якщо помилка відбувається в процесі запуску. Це супроводжується відключенням індикатора RUN і миготінням ламп ERR і I / O. Потрібно бути готовим до розриву зв'язку, якщо помилка монтажу зберігається.

- якщо помилка виникає в процесі виконання програми (наприклад, розрив кабелю), це буде виявлено як тільки додаток використовує I / O X - шину. В цьому випадку, процесор перейде в стан "помилка процесора". Потрібно бути готовим до розриву зв'язку, якщо помилка монтажу зберігається. Щоб ідентифікувати вид помилки - помилки процесора або помилка монтажу X -

шини, необхідно натиснути кнопку RESET на процесорі. Якщо помилка на X - шині, це буде визначено в процесі самотестування і супроводжуватися відключенням індикатора RUN і миготінням ERR і I / O.

4) "ПЛК НЕ налаштований". Процесор стартував, але не містить ніякого вірного додатки. Немає управління процесом, але ПЛК може зв'язуватися через термінальний порт (або мережа). Цей стан супроводжується відключенням індикатора RUN і миготінням індикатора ERR.

5) "Помилка програми ПЛК або виконання команди HALT". При виконанні програми відбулося перевищення часу сторожового таймера або програма виконала недозволений перехід або команду HALT або виникла блокує помилка. Цей стан супроводжується миготінням індикаторів RUN і ERR, і включенням індикатора I / O в разі помилки I / O.

6) "ПЛК зупинений (stop)". ПЛК має вірне додаток, яке зупинено (додаток знаходиться в початковому стані, як і при першому включенні, завдання зупинені в кінці циклу). Команди процесу знаходяться в стані переходу на аварійний режим. Цей стан супроводжується миготінням індикатора RUN. Помилка I / O: індикатор I / O включений, помилка батареї на PCMCIA карті пам'яті: індикатор ERR блимає

7) "ПЛК в режимі RUN". Додаток нормально керує процесом. Виконання може супроводжуватися не блокують помилками (помилка I / O або помилка програми) Цей стан супроводжується включенням індикатора RUN. Помилка I / O: індикатор I / O включений. Помилка батареї на PCMCIA карті пам'яті: індикатор ERR блимає.

Протягом фази включення живлення модулів, вони можуть знаходитися в одному з наступних станів:

1) Визначення станів модуля. Самотестування. При включенні харчування або переініціалізація процесора модуль виконує самотестування. Цей стан супроводжується миготінням індикаторних ламп RUN, ERR і I / O. Стан виходу: безпечне значення (стан 0 для дискретних I / O).

2) Початковий стан: Це нормальний стан модуля після фази самотестування якщо це не управляється додатком. Цей стан супроводжується: відключенням індикатора RUN, миготінням індикатора ERR і включенням, миготінням або відключенням індикатора I / O в залежності від того є чи ні помилки модуля. Стан виходу: безпечне значення (стан 0 для дискретних I / O). Використання модуля. Модуль використовується в додатку і канали управляються завданнями управління (MAST, FAST, обробки подій). Цей стан супроводжується включенням індикатора RUN, відключенням індикатора ERR і включенням, миготінням або відключенням індикатора I / O в залежності від того є чи ні помилки модуля I / O. Стан виходів залежить від стану завдання, яка ними керує:

- стан 0 якщо завдання управління не розпочали,
- стан 0 або 1 (значення, дане додатком, якщо завдання в RUN),
- стан переходу на аварійний режим якщо завдання управління зупинена в STOP, на точці зупинки (BKPT), по команді HALT.

3) Модуль відключений. Відсутня зв'язок між модулем і процесором. Це супроводжується включенням індикатора RUN, миготінням індикатора ERR і включенням, миготінням або відключенням індикатора I / O в залежності від того є чи ні помилки модуля I / O. Цей стан управляє тільки модулями, які керують виходами. Інші модулі залишаються в стані "використання модуля" в разі відключення зупинки зв'язку.

4) Відмова модуля. Модуль має внутрішню помилку і повинен бути замінений. Цей стан супроводжується відключенням індикатора RUN, включенням індикатора ERR при знаходженні в будь-якому стані індикатора I / O.

Дії оператора при відмовах ПЛК. Червоний колір будь-яких індикаторних ламп на панелях модулів контролера сигналізує про нештатну і / або аварійної роботи контролера. У цьому випадку оператор повинен визначити тип ситуації і виконати наступні дії:

- Помилка батареї - контролер працює в нормальному режимі, проте в разі перебоїв в живленні може спричинити втрату даних в контролері. Необхідно замінити батарею.
- Напруга датчика 24В поза допустимого діапазону - необхідна перевірка модулів харчування. Повідомити про несправності технічного персоналу.
- Модуль відключений або вхідна напруга поза допустимих меж - повідомити про несправності технічного персоналу.
- Помилка процесора або системи - повідомити про несправності технічного персоналу.

- Помилка каналу І / О на модулі - перевірити стану модулів.
- Помилка модуля або відключення живлення - повідомити про несправності технічного персоналу.
- Помилка каналу - перевірити стан каналу. Повідомити про несправності технічного персоналу.
- Внутрішня помилка, помилка модуля або відключення живлення - перевірити стан модуля. Повідомити про несправності технічного персоналу.
- Зовнішня помилка або помилка зв'язку - перевірити стану каналів зв'язку і зовнішніх пристроїв..

					ІАз71В.010БАК.00х ПЗ	Аркулш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

ВИСНОВКИ

В основній частині дипломного проекту розглянута автоматизація системи управління технологічним процесом високотемпературного відпалу анізотропної сталі в печах опору типу СГВ (СГН) ВТС. У проекті описана технологія виробництва електротехнічної анізотропної сталі, розглянута технологія відпалу в печах опору, вказані достоїнства і недоліки існуючої системи управління даними технологічним процесом.

У проекті пропонується досконала на сьогоднішній день АСУ техпроцесом відпалу, що забезпечує найбільшу надійність, гнучкість і універсальність управління технологічним процесом і високу ступінь безпеки в роботі. Основними перевагами пропонованої АСУ є одержуваний економічний ефект від збільшення обсягів випуску вищих марок електротехнічних сталей і великі міжремонтні інтервали.

Представлені вимоги до технічного і програмного забезпечення об'єкта автоматизації. Розглянуто загальний принцип роботи системи автоматичного управління техпроцесом відпалу. Описано автоматизує функції із застосуванням систем спостереження та візуалізації. Розроблено технічне і програмне забезпечення, зроблений вибір комплексу технічних засобів з описом його особливостей і вибір операційної системи з описом структури та взаємодії програмних модулів. Представлена концепція мереж, загальна конфігурація обладнання та інформаційні потоки.

Застосування запропонованої системи автоматизації на всій ділянці ВТВ виключає практично всі недоліки притаманні технології відпалу сьогодні. Устаткування фірми Schneider Electric істотно підвищує точність і якість виконання технологічних операцій у відділенні ВТВ, отже, покращує якість випуску

металу ВТС в цілому. Перевагами контролерів платформи Premium TSX є розбита на ранги платформа CPU, вкладені модулі мають міцну конструкцію, досить зручна термінальна система для сигнальних модулів з оптимальною можливістю комунікації та об'єднання в мережу, зручне включення систем інтерфейсу з оператором, а параметри для всіх модулів конфігуруються за допомогою програмного забезпечення. Використання переносних програматорів для діагностики контролерів і інших елементів АСУ дозволить оперативно виявляти несправності, перевіряти рівні встановлених параметрів і, отже, знижувати час ремонтів. Забезпечення WinCC дозволить операторам візуально контролювати процес відпалу і своєчасно втручатися в нього для виключення інцидентів.

Перераховані переваги відповідають високим вимогам до технології відпалу електротехнічної сталі, сприяють поліпшенню організації роботи та підвищення якості виробленої продукції.

					ІА371В.010БАК.00х ПЗ	Аркулш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

Список використаної літератури

1. Інструкція по експлуатації Колпакової печі опору СГН (СГВ) ІЕ 01234523 - 011 - 061 - 2006 [Текст]. - Врахований примірник. - Введ. 1978 - 01 - 01. - 48 с.
2. Виробничо технічна інструкція терміста СОР ПТІ 011 061-2007 [Текст]. - Врахований примірник. - Введ. 1978 - 01 - 01. - 20 с.
3. Інструкція з охорони праці терміста СОР ІОТ 011-061-2007 [Текст]. - Врахований примірник. - Введ. 1978 - 01 - 01. - 24 с.
4. Каталог. Датчики температури. Випуск 1. [Електронний текст]. 2007 - 01 - 01. - НТІ ЗАТ "Теплоприбор". - 423 с.
5. Каталог. Електрообладнання фірми КЕМОНТ. [Електронний текст]. 2007 - 01 - 01. ЗАТ "Кемонт". - 112 с.
6. Каталог. Датчики тиску. [Електронний текст]. 2007 - 11 - 11 ..: НТІ ЗАТ "Метран". - 90 с.
7. Каталог. Моторні клапани VK. [Електронний текст]. 2007 - 01 - 01. - KRON SCHRODER. - 16 с.
8. Каталог. Програмовані контролери Premium TSX фірми Schneider Electric [Електронний текст]. Рік випуску 2008 - 01 - 01. - М.: Schneider Electric Auto-mation Business. - 1 124 с.
9. Середовище програмування Unity Pro V1.1. Довідкове керівництво фірми Schneider Electric [Електронний текст]. Рік випуску 2008 - 01 - 01. - М.: Schneider Electric Automation Business. - 1124 с.
10. Шабад М. А. Автоматизація розподільних електричних мереж з використанням цифрових реле [Текст] / М. А. Шабад. - 4-е видання., Доп. - СПб. : ПЕІПК, 2005. - 48 с.